

**ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA ĐIỆN**

ĐỒ ÁN CAPSTONE

NGÀNH: KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN VÀ TỰ ĐỘNG HÓA

ĐỀ TÀI:

THIẾT KẾ ROBOT PHA CHẾ DUNG DỊCH PAC TỰ ĐỘNG TẠI NHÀ MÁY NƯỚC CẦU ĐỎ

**Người hướng dẫn: TS. TRẦN THÁI ANH ÂU
KS. NGUYỄN HỒ TẤN MINH**

Sinh viên thực hiện:

- 1. NGUYỄN HOÀNG MINH – MSSV: 105200306 – LỚP: 20TDH1**
- 2. BÙI VĂN BÌNH – MSSV: 105200292 – LỚP: 20TDH1**

Đà Nẵng, 06/2025

TÓM TẮT

Tên đề tài: THIẾT KẾ ROBOT ĐIỀU CHẾ DUNG DỊCH PAC TỰ ĐỘNG TẠI NMN CẦU ĐỎ

Sinh viên thực hiện:

1. Nguyễn Hoàng Min – MSSV:105200306 – Lớp: 20TDH1
2. Bùi Văn Bình – MSSV: 105200292 – Lớp: 20TDH1

Việc pha chế dung dịch PAC trong xử lý nước hiện nay vẫn đòi hỏi sự can thiệp trực tiếp của công nhân, bao gồm vận chuyển hóa chất, đổ PAC vào bồn và điều chỉnh tỉ lệ pha trộn. Những công việc này có tính chu kỳ, phức tạp và ảnh hưởng đến sức khỏe người vận hành. Để giải quyết vấn đề này, đề tài "Nghiên cứu, thiết kế và chế tạo robot pha chế dung dịch PAC tự động tại NMN Cầu Đỏ" ra đời nhằm phát triển một giải pháp tự động hóa toàn diện, nâng cao hiệu quả vận hành và đảm bảo an toàn lao động.

Hệ thống robot pha chế dung dịch PAC được thiết kế với các chức năng sau:

1. Tự động định lượng và vận chuyển hoá chất: Hệ thống băng tải và bộ đếm giúp tự động vận chuyển PAC từ kho lên sàn thao tác, đếm số lượng bao và kiểm soát chính xác lượng hoá chất được đưa vào bồn pha chế
2. Cơ cấu gắp thả bao PAC: Robot được trang bị cơ cấu gắp thả để đổ hoá chất vào bồn mà không có sự can thiệp trực tiếp của công nhân, giúp giảm nguy cơ tiếp xúc hoá chất.
3. Hệ thống điều khiển tự động: Bộ điều khiển liên kết với hệ thống hiện trạng, điều khiển máy khuấy, van cấp nước và van xả dung dịch PAC ra hệ thống bơm định lượng, đảm bảo dung dịch được pha đúng tỉ lệ và duy trì chất lượng ổn định.

Hệ thống robot pha chế dung dịch PAC không chỉ giúp tự động hóa quy trình pha chế hóa chất mà còn nâng cao hiệu suất vận hành, giảm thiểu rủi ro cho công nhân và tối ưu hóa quá trình xử lý nước của nhà máy.

NHIỆM VỤ CỦA ĐỒ ÁN

STT	Họ và tên sinh viên	MSSV	Lớp SH	Ngành
1	Nguyễn Hoàng Min	105200306	20TDH1	Kỹ thuật điều khiển và tự động hóa
2	Bùi Văn Bình	105200347	20TDH1	Kỹ thuật điều khiển và tự động hóa

1. Tên đề tài đồ án:

Thiết kế robot pha chế dung dịch PAC tự động tại nhà máy nước cầu Đò

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

3. Các số liệu và dữ liệu ban đầu

4. Nội dung các phần thuyết minh và tính toán

a. Phần chung

TT	Họ và tên sinh viên	Nội dung
1	Nguyễn Hoàng Min	<ul style="list-style-type: none">- Tìm hiểu tổng quan quá trình pha hóa chất tại nhà máy nước Cầu Đò- Đánh giá, xem xét vấn đề tồn tại và đưa ra giải pháp tự động hóa để giải quyết các vấn đề- Nghiên cứu phần mềm TiA Portal- Tìm hiểu nguyên lý hoạt động, sơ đồ nối dây của các thiết bị điều khiển, động cơ- Nghiên cứu quy trình công nghệ hệ thống- Chạy thử hệ thống và đánh giá kết quả
2	Bùi Văn Bình	

b. Phần riêng

TT	Họ và tên sinh viên	Nội dung
1	Nguyễn Hoàng Min	<ul style="list-style-type: none">- Tính chọn động cơ băng tải- Vẽ lưu đồ thuật toán điều khiển- Viết chương trình điều khiển PLC cho hệ thống

2	Bùi Văn Bình	<ul style="list-style-type: none"> - Tính chọn động cơ cánh tay robot - Tổng hợp nội dung, viết báo cáo thuyết minh - Nghiên cứu nối dây PLC
---	--------------	---

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

a. Phần chung

TT	Họ và tên sinh viên	Nội dung
1	Nguyễn Hoàng Min	- Bản vẽ mạch phân phối động lực – khổ A3
2	Bùi Văn Bình	<ul style="list-style-type: none"> - Các bản vẽ mạch điều khiển – khổ A3 - Bản vẽ tủ điện điều khiển

6. Họ tên người hướng dẫn:	Phần/ Nội dung:
TS. Trần Thái Anh Âu	<ul style="list-style-type: none"> - Hướng dẫn các nội dung đồ án, tư vấn giải pháp - Theo dõi tiến độ thực hiện - Kiểm tra và góp ý dựa vào công việc đã hoàn thành - Hướng dẫn các nội dung báo cáo
KS. Nguyễn Hồ Tấn Minh	<ul style="list-style-type: none"> - Hướng dẫn kiến thức thực tế, tư vấn giải pháp thực hiện - Theo dõi tiến độ thực hiện - Cung cấp tài liệu tham khảo

7. Ngày giao nhiệm vụ đồ án: 02/03/2025

8. Ngày hoàn thành đồ án: 10/06/2025

Đà Nẵng, ngày...tháng...năm 2025

Trưởng Bộ môn

Người hướng dẫn

GVHD

TS. Giáp Quang Huy

KS. Nguyễn Hồ Tấn Minh

TS. Trần Thái Anh Âu

PHIẾU KIỂM SOÁT TIẾN ĐỘ LÀM ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

(Phiếu dành cho người hướng dẫn/sinh viên)

Họ tên sinh viên:

1. Nguyễn Hoàng Min – MSSV: 105200306 – Lớp: 20DTH1
2. Bùi Văn Bình – MSSV: 105200292 – Lớp: 20TDH1

Tên đề tài ĐATN: **Thiết kế robot điều chế dung dịch PAC tự động tại nhà máy nước cầu Đổ.**

GVHD: TS. Trần Thái Anh Âu

Đơn vị: ĐHBK-ĐHĐN

KS. Nguyễn Hồ Tấn Minh

CTY CP DAWACO

Tuần	Ngày	Khối lượng		GVHD ký tên
		Đã thực hiện	Tiếp tục thực hiện (%)	
1	09/03/2025	Liên hệ doanh nghiệp nhận đề tài	Gặp gỡ người hướng dẫn và tiếp tục chọn đề tài phù hợp	
2	16/03/2025	Nhận đề tài, tìm hiểu các tài liệu liên quan đến quy trình xử lý nước sạch	Nghiên cứu tổng quan về đề tài, cách hoạt động vận hành của quy trình pha hóa chất PAC	
3	23/03/2025	Khảo sát tình hình thực tế tại nhà máy nước	Viết báo cáo chương 1, lên ý tưởng và cách tiếp cận đề tài	
4	30/3/2025	Duyệt lần 1: Đánh giá khối lượng hoàn thành 20 %: Được tiếp tục làm ĐATN <input type="checkbox"/> Không tiếp tục thực hiện ĐATN <input type="checkbox"/>		

5	07/04/2025	Hoàn thành báo cáo chương 1, nghiên cứu robot 3 bậc, cấu trúc của hệ thống	Nghiên cứu các cơ cấu cơ khí, các thành phần của hệ thống, sơ đồ công nghệ	
6	14/04/2025	Tính toán các thiết bị động cơ, nghiên cứu động lực học của robot	Nghiên cứu thuật toán điều khiển hệ thống, sơ đồ dây nối	
7	21/04/2025	Vẽ sơ đồ thuật toán điều khiển, lập trình điều khiển PLC	Viết báo cáo chương 2, Hoàn thiện chương trình PLC	
8	28/4/2025	Duyệt lần 2: Đánh giá khối lượng hoàn thành 50 %: Được tiếp tục làm ĐATN <input type="checkbox"/> Không tiếp tục thực hiện ĐATN <input type="checkbox"/>		
9	05/05/2025	Hoàn thiện báo cáo chương 2, đấu nối thiết bị điều khiển	Thực hiện gia công mô hình phần cứng, lên ý tưởng thiết kế giao diện HMI	
10	17/05/2025	Phát thảo sơ đồ phần cứng, chỉnh sửa nội dung báo cáo chương 1,2	Tiếp tục gia công mô hình phần cứng, viết báo cáo chương 3	
11	23/05/2025	Hoàn thành báo cáo chương 3, hoàn thiện mô hình phần cứng	Viết báo cáo chương 4 ,5, tiếp tục chạy thử mô hình phần cứng, các bản vẽ thiết kế mạch điều khiển	
12	30/05/2025	Duyệt lần 3: Đánh giá khối lượng hoàn thành 85 %: Được tiếp tục làm ĐATN <input type="checkbox"/> Không tiếp tục thực hiện ĐATN <input type="checkbox"/>		
13	07/06/2025	Hoàn thành báo cáo chương 1,2,3,4,5 kiểm tra chạy thử mô hình với chương trình, đánh giá kết quả	Hoàn thiện báo cáo Hoàn thiện đồ án	
14	15/06/2025	Nộp báo cáo, hoàn thiện đồ án	Nộp báo cáo, chuẩn bị slide báo cáo	

LỜI NÓI ĐẦU VÀ CẢM ƠN

Trước tiên, chúng em xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến TS. Trần Thái Anh Âu và anh Nguyễn Hồ Tấn Minh – những người đã tận tình hướng dẫn, theo sát và hỗ trợ chúng em trong suốt quá trình thực hiện đồ án. Sự tận tâm, những góp ý quý báu cùng sự chỉ dẫn nhiệt tình của Thầy và Anh đã giúp chúng em không ngừng hoàn thiện và nâng cao chất lượng nghiên cứu của mình.

Chúng em cũng xin gửi lời cảm ơn chân thành đến Ban Giám đốc Công ty Cổ phần cấp nước Đà Nẵng – Dawaco đã tạo điều kiện thuận lợi, cung cấp tài liệu, cơ sở vật chất cũng như môi trường thực tiễn để nhóm có thể triển khai và hoàn thành đề tài một cách tốt nhất.

Mặc dù đã nỗ lực hết mình, nhưng do thời gian có hạn và kiến thức còn nhiều điều cần học hỏi, chắc chắn đồ án không thể tránh khỏi những thiếu sót. Chúng em rất mong nhận được những ý kiến đóng góp từ quý Thầy Cô để có thể tiếp tục hoàn thiện, trau dồi thêm kiến thức, phục vụ tốt hơn cho công việc trong tương lai.

Một lần nữa, chúng em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến tất cả những ai đã hỗ trợ, động viên và đồng hành cùng chúng em trong suốt quá trình thực hiện đồ án này.

Trân trọng!

LỜI CAM ĐOAN VÀ LIÊM CHÍNH HỌC THUẬT

Em xin cam đoan đề tài: “THIẾT KẾ ROBOT ĐIỀU CHẾ DUNG DỊCH PAC TỰ ĐỘNG TẠI NHÀ MÁY NƯỚC CẦU ĐỎ” là sự nghiên cứu của nhóm em (Nguyễn Hoàng Min, Bùi Văn Bình) dưới sự hướng dẫn của TS. Trần Thái Anh Âu (Khoa Điện – Trường Đại học Bách Khoa – Đại học Đà Nẵng), anh Nguyễn Hồ Tấn Minh. Ngoài ra không có bất cứ sự sao chép của người khác.

Đề tài, nội dung báo cáo là sản phẩm mà nhóm em đã nghiên cứu trong quá trình học tập tại trường và tại Công ty.

Các số liệu, kết quả trong báo cáo này là hoàn toàn trung thực, em xin chịu hoàn toàn trách nhiệm, kỷ luật của bộ môn và nhà trường nếu như có vấn đề xảy ra.

Sinh viên thực hiện 1

Sinh viên thực hiện 2

Nguyễn Hoàng Min

Bùi Văn Bình

MỤC LỤC

Tóm tắt.....	i
Nhiệm vụ của đồ án.....	ii
Phiếu kiểm soát tiến độ làm đồ án tốt nghiệp.....	iv
Lời nói đầu và cảm ơn.....	vi
Lời cam đoan và liêm chính học thuật.....	vii
Mục lục.....	viii
Danh sách hình ảnh, bảng biểu.....	xi
Chương 1: Tổng quan đề tài.....	1
1.1. Tổng quan về lĩnh vực nghiên cứu của đề tài.....	1
1.2. Tính cấp thiết của đề tài.....	2
1.3. Mục tiêu của đề tài.....	3
1.4. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu.....	3
1.4.1. Đối tượng nghiên cứu.....	3
1.4.2. Phạm vi nghiên cứu.....	4
1.5. Phạm vi đề tài.....	4
1.6. Cách tiếp cận.....	4
1.7. Phương pháp nghiên cứu.....	5
1.8. Kết luận chương 1.....	5
Chương 2: Phương án thiết kế hệ thống.....	6
2.1. Tổng quan về nhà máy nước Cầu Đỏ.....	6
2.1.1 Giới thiệu công ty cổ phần cấp nước Đà Nẵng (Dawaco).....	6
2.1.2. Giới thiệu nhà máy nước Cầu Đỏ.....	7
2.1.3. Quy trình xử lý nước tại nhà máy.....	9
2.1.4. Công đoạn châm hóa chất PAC.....	9
2.2. Nhà hóa chất.....	11
2.1.1. PAC.....	11
2.1.1.1. PAC là gì?.....	11
2.1.1.2. Châm PAC là gì?.....	11
2.1.1.3. Công dụng của PAC:.....	12
2.1.1.4. Phản ứng của PAC khi vào nước.....	13
2.1.2. Thực trạng.....	14
2.3. Phương án thiết kế.....	15
2.4. Kết luận chương 2.....	17
Chương 3: Tính toán, thiết kế cơ khí cho hệ thống.....	19

3.1. Thiết kế hệ thống băng tải	19
3.1.1. Cấu tạo băng tải PVC	19
3.1.2. Tính chọn động cơ băng tải	20
3.1.2.1. Băng tải leo dốc	21
3.1.2.2. Băng tải ngang cụm 2 bệ	22
3.1.2.3. Băng tải ngang cụm 3 bệ	22
3.1.2.4. Bộ điều khiển băng tải	23
3.1. Thiết kế cánh tay Robot	24
3.1.1. Tổng quan về robot công nghiệp	24
3.1.1.1. Tình hình phát triển và ứng dụng	24
3.1.1.2. Khái niệm về robot công nghiệp	24
3.1.1.3. Phân loại robot công nghiệp	25
3.1.1.4. Ứng dụng	25
3.1.1.5. Bậc tự do	26
3.1.2. Cấu trúc cơ bản của cánh tay robot:	26
3.1.2.1. Khâu	26
3.1.2.2. Khớp	27
3.1.2.3. Phần thân chính	27
3.1.2.4. Cổ tay	28
3.1.2.5. Bộ phận tác động cuối	29
3.1.2.6. Thiết bị truyền động	29
3.1.2.7. Cảm biến	30
3.1.2.8. Bộ điều khiển	30
3.1.3. Các thông số thiết kế chính:	30
3.1.3.1. Số bậc tự do	30
3.1.3.2. Kích thước và phạm vi hoạt động:	31
3.1.3.3. Tải trọng	31
3.1.3.4. Hệ thống truyền động:	32
3.1.3.5. Vật liệu chế tạo	32
3.2. Xây dựng bài toán động học tay máy	32
3.2.1. Động học thuận cho robot	32
3.2.2. Động học nghịch cho robot	35
3.3. Tính toán truyền động và chọn động cơ:.....	37
3.3.1. Tính toán động cơ khớp quay thứ 3.....	37
3.3.2. Tính toán động cơ khớp quay thứ 2.....	38
3.3.3. Tính toán động cơ cho khớp quay thứ nhất:.....	38
3.4. Kết luận chương 3.....	39
Chương 4: Thiết kế thuật toán điều khiển cho hệ thống	41
4.1. Lựa chọn bộ điều khiển hệ thống	41

4.1.1 Giới thiệu PLC.....	41
4.1.2. Xác định loại PLC	41
4.1.3. Cấu trúc hệ thống.....	43
4.1.4. Cài đặt thông số biến tần	44
4.1.4.1. Cài đặt thông số cho động cơ	44
4.1.4.2. Cài đặt Connection Macro	44
4.1.5. Driver điều khiển động cơ	45
4.1.5.1. Mục đích.....	45
4.1.5.2 Các yêu cầu khi chọn driver	45
4.2. Lưu đồ thuật toán	46
4.2.1. Lưu đồ thuật toán điều khiển cụm 2 bể	46
4.2.2. Lưu đồ thuật toán điều khiển cụm 3 bể	47
4.2.3. Lưu đồ thuật toán điều khiển các khớp động cơ	48
4.3. Sơ đồ nối dây	49
4.3.1. Sơ đồ phân phối mạch nguồn	49
4.3.2. Mạch tín hiệu Input/ Output PLC	49
4.4. Chương trình điều khiển.....	50
4.4.1. Các khối chức năng trong Tia Portal	50
4.4.1.1. Khối MC_POWER.....	50
4.4.1.2. Khối MC_MoveAbsolute	52
4.4.1.3. Khối MC_Home	53
4.4.2 Chương trình chính.....	54
4.4.3 Giao diện điều khiển.....	55
4.6 Kết luận chương 4.....	56
Chương 5: Mô hình và kết quả thực nghiệm	57
5.1. Thực nghiệm với mô hình thực:.....	57
5.1.1. Tủ điện.....	57
5.1.2. Cơ cấu gấp bao:	59
5.1.3. Cơ cấu cắt bao	60
5.1.4. Toàn hệ thống:.....	61
5.2. Kết quả thực nghiệm	61
5.2.1. Mô tả quá trình thực nghiệm	61
5.2.2. Đánh giá kết quả	64
KẾT LUẬN	65
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	66
PHỤ LỤC 1	1
PHỤ LỤC VÀ BẢN VẼ HỆ THỐNG.....	3

DANH SÁCH HÌNH ẢNH, BẢNG BIỂU

Bảng 2.1 Tổng hợp nhà máy nước và trạm cấp nước trực thuộc Dawaco	7
Bảng 3.1 Bảng tính chọn động cơ cho băng tải.....	23
Bảng 3.2 Mô tả chi tiết cấu trúc cơ bản của robot.....	28
Bảng 3.3 Các bộ truyền động thường được sử dụng trong robot	29
Bảng 3.4 Thông số các bộ phận cánh tay robot.....	31
Bảng 3.5 Thông số tải trọng	31
Bảng 3.6 Bảng D-H robot.....	33
Bảng 3.7 Bảng chọn động cơ các khớp robot.....	39
Bảng 4.1 Bảng biến đầu vào/ra một bộ PLC	42
Bảng 4.2 Bảng thông số yêu cầu chọn driver	45
Bảng 4.3 Bảng định nghĩa chân khối MC_POWER	51
Bảng 4.4 Bảng định nghĩa chân khối MC_MoveAbsolute	52
Bảng 4.5 Bảng định nghĩa chân khối MC_Home.....	53
.....	
Hình 2.1 Công ty cổ phần cấp nước Đà Nẵng.....	6
Hình 2.2 Hình ảnh bên ngoài nhà máy	8
Hình 2.3 Sơ đồ công nghệ DCXL 60.000m ³ /ngày PK1 và PK2	9
Hình 2.4 Sơ đồ công nghệ hệ thống bơm định lượng PAC 02 DCXL 60.000m ³ /ngày NMN Cầu Đỏ.....	10
Hình 2.5 Bao hóa chất PAC	11
Hình 2.6 Khu vực 2 bể pha hóa chất và 3 bể pha hóa chất	15
Hình 2.7 Các thiết bị bị ăn mòn do hóa chất PAC	15
Hình 2.8 Phương án thiết kế cho cụm 2 bể và 3 bể.....	16
Hình 2.9 Sơ đồ công nghệ hệ thống	16
Hình 3.1 Băng tải PVC	19
Hình 3.2 Phác thảo thông số băng tải leo dốc	21
Hình 3.3 Robot trong công nghiệp	24
Hình 3.4 Robot hàn trong công nghiệp	26
Hình 3.5 Các loại khớp robot	27
Hình 3.6 Phác thảo thân cơ bản của robot.....	27

Hình 3.7 Cơ cấu cổ tay 3 bậc tự do	29
Hình 3.8 Một số cơ cấu của en - effectors	29
Hình 3.9 Kích thước cơ cấu robot	33
Hình 4.1 Cấu trúc hệ thống.....	43
Hình 4.2 Lưu đồ thuật toán cụm 2 bề	47
Hình 4.3 Lưu đồ thuật toán cụm 3 bề	48
Hình 4.4 Lưu đồ thuật toán hoạt động của cánh tay.....	48
Hình 4.5 Sơ đồ nối dây phân phối nguồn	49
Hình 4.6 Sơ đồ đấu dây đầu vào/ra PLC	50
Hình 4.7 Khối MC_POWER.....	50
Hình 4.8 Khối MC_MoveAbsolute	52
Hình 4.9 Khối MC_Home	53
Hình 4.10 Chương trình cấp nguồn cho động cơ	54
Hình 4.11 Chương trình về Home của khớp 1	54
Hình 4.12 Chương trình di chuyển của 3 khớp	55
Hình 4.13 Chương trình vận hành điểm đầu tiên	55
Hình 4.14 Giao diện điều khiển.....	56
Hình 5.1 Tủ điện của hệ thống	57
Hình 5.2 Cơ cấu gấp bao	59
Hình 5.3 Cơ cấu cắt bao	60
Hình 5.4 Mô hình cả hệ thống	61
Hình 5.5 Robot ở trạng thái Home	62
Hình 5.6 Hệ thống phát hiện bao tải tại vị trí thao tác	63
Hình 5.7 Cánh tay robot gấp vật đưa đến bồn	63
Hình 5.8 Hóa chất đổ vào bể khi được cắt	64

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN ĐỀ TÀI

1.1. Tổng quan về lĩnh vực nghiên cứu của đề tài

Ngành công nghiệp xử lý nước đóng vai trò quan trọng trong việc sản xuất nước sạch, đáp ứng nhu cầu sinh hoạt, sản xuất và bảo vệ môi trường. Trong đó, việc sử dụng hóa chất keo tụ Poly Aluminium Chloride (PAC) là một bước then chốt trong quy trình làm sạch nước.

Tuy nhiên, tại nhiều nhà máy xử lý nước ở Việt Nam, công đoạn pha chế dung dịch PAC vẫn chủ yếu phụ thuộc vào lao động thủ công, đòi hỏi công nhân phải thực hiện hàng loạt thao tác phức tạp như vận chuyển bao PAC từ kho nguyên liệu, mở bao, đổ hóa chất vào bể pha trộn, và điều chỉnh tỷ lệ pha chế với nước theo các tiêu chuẩn cụ thể. Quá trình này không chỉ tiêu tốn nhiều thời gian và công sức mà còn tiềm ẩn nhiều rủi ro nghiêm trọng, bao gồm nguy cơ ảnh hưởng đến sức khỏe công nhân và sai sót trong tỷ lệ pha chế, dẫn đến giảm hiệu quả xử lý nước. Tiếp xúc trực tiếp với PAC có thể gây nguy hiểm cho sức khỏe, bao gồm kích ứng da, tổn thương đường hô hấp do hít phải bụi hóa chất, và nguy cơ tai nạn lao động do thao tác sai. Hơn nữa, việc pha chế thủ công thường dẫn đến sai số trong tỷ lệ pha trộn, làm giảm hiệu quả xử lý nước, gây lãng phí nguyên liệu và tăng chi phí vận hành.

Nhận thấy những hạn chế của phương pháp thủ công, nhu cầu tự động hóa quy trình pha chế dung dịch PAC trở nên ngày càng cấp thiết để nâng cao hiệu quả vận hành, đảm bảo an toàn lao động và đáp ứng các tiêu chuẩn khắt khe của ngành xử lý nước. Vì vậy, đề tài “Thiết kế Robot điều chế dung dịch PAC tự động” được triển khai nhằm tối ưu hóa quy trình pha chế, giảm thiểu rủi ro sức khỏe và nâng cao độ chính xác trong sản xuất. Hệ thống robot tích hợp các thành phần chính như băng tải vận chuyển nguyên liệu, bộ đếm bao hóa chất, cơ cấu gắp thả bằng cánh tay robot và bộ điều khiển trung tâm thông minh. Sự kết hợp giữa cơ khí chính xác, công nghệ cảm biến hiện đại và hệ thống điều khiển tự động tạo nên một quy trình pha chế khép kín, ổn định và hiệu quả.

Hệ thống robot không chỉ giúp giảm thiểu rủi ro sức khỏe cho công nhân mà còn đảm bảo tính ổn định và đồng nhất của dung dịch PAC thông qua việc kiểm soát chính xác tỷ lệ pha trộn, đồng thời tối ưu hóa chi phí vận hành và gia tăng năng suất sản xuất. Trong bối cảnh công nghiệp 4.0, việc ứng dụng các giải pháp tự động hóa như hệ thống

robot pha chế PAC sẽ góp phần nâng cao việc đáp ứng các tiêu chuẩn nghiêm ngặt về an toàn lao động, bảo vệ môi trường và chất lượng sản phẩm.

1.2. Tính cấp thiết của đề tài

Tính cấp thiết của đề tài được thể hiện qua ba khía cạnh chính: an toàn lao động, hiệu quả kinh tế, và nhu cầu tự động hóa trong ngành công nghiệp xử lý nước.

Đảm bảo an toàn lao động: Quá trình pha chế PAC thủ công buộc công nhân phải tiếp xúc trực tiếp với hóa chất, gây ra nhiều nguy cơ nghiêm trọng như kích ứng đường hô hấp do hít phải bụi PAC hoặc tổn thương da và mắt do tính ăn mòn cao của dung dịch PAC nếu không được xử lý cẩn thận. Theo thống kê, các tai nạn lao động liên quan đến hóa chất trong ngành xử lý nước chiếm tỷ lệ đáng kể, ảnh hưởng không chỉ đến sức khỏe công nhân mà còn làm tăng chi phí bảo hiểm và giảm năng suất lao động. Việc ứng dụng robot tự động sẽ loại bỏ hoàn toàn sự tiếp xúc trực tiếp của con người với hóa chất, từ đó giảm thiểu rủi ro và tạo ra một môi trường làm việc an toàn hơn.

Giảm chi phí vận hành: Mặc dù chi phí đầu tư ban đầu cho hệ thống robot có thể cao, nhưng về lâu dài, giải pháp này mang lại lợi ích kinh tế vượt trội. Hệ thống tự động giúp giảm chi phí nhân công, các khoản bảo hiểm tai nạn lao động, và chi phí y tế liên quan đến sức khỏe công nhân. Ngoài ra, robot hoạt động liên tục mà không cần thời gian nghỉ ngơi, giúp kéo dài chu kỳ bảo trì và giảm chi phí sửa chữa. Hệ thống cũng được thiết kế để tối ưu hóa việc sử dụng nguyên liệu, đảm bảo tỷ lệ pha chế chính xác, từ đó giảm thiểu lãng phí hóa chất và tiết kiệm chi phí sản xuất.

Tự động hóa quy trình: Trong bối cảnh công nghiệp 4.0, tự động hóa là xu hướng tất yếu để nâng cao hiệu quả sản xuất. Hệ thống robot pha chế PAC được thiết kế để tích hợp chặt chẽ với các hệ thống quản lý và giám sát hiện đại như SCADA, cho phép điều khiển và theo dõi toàn bộ quy trình xử lý nước một cách thông minh, hiệu quả. Điều này không chỉ cải thiện độ chính xác trong kiểm soát nồng độ dung dịch mà còn tạo ra một dây chuyền sản xuất khép kín, hiện đại, và dễ dàng mở rộng. Việc tự động hóa còn giúp giảm thiểu sai sót do con người, đảm bảo chất lượng nước đầu ra luôn đạt tiêu chuẩn.

Tóm lại, đề tài không chỉ giải quyết vấn đề tự động hóa trong quy trình pha chế PAC mà còn mang lại lợi ích thiết thực về an toàn lao động, hiệu quả kinh tế, và hiện đại hóa ngành công nghiệp xử lý nước.

1.3. Mục tiêu của đề tài

Trong xu hướng phát triển của công nghiệp 4.0, việc áp dụng các giải pháp tự động hóa vào sản xuất là yếu tố then chốt để nâng cao hiệu quả và tính cạnh tranh. Đề tài đặt ra các mục tiêu cụ thể như sau:

Thiết kế hệ thống vận chuyển hoá chất: Phát triển một hệ thống băng tải có khả năng vận chuyển bao hóa chất PAC từ kho nguyên liệu đến khu vực pha chế một cách liên tục và ổn định. Hệ thống sẽ được tích hợp cảm biến hiện đại để xác định số lượng bao hóa chất và vị trí dừng chính xác, đảm bảo quá trình vận chuyển diễn ra hiệu quả.

Thiết kế cơ cấu gắp thả bao hoá chất: Xây dựng một cánh tay robot 3 bậc tự do (3DoF) có khả năng thực hiện các thao tác gắp và thả bao PAC một cách chính xác và hiệu quả. Cơ cấu này sẽ được tối ưu hóa về mặt cơ khí để đảm bảo độ bền, độ chính xác, và khả năng hoạt động trong môi trường hóa chất khắc nghiệt.

Tích hợp hệ thống điều khiển: Phát triển bộ điều khiển trung tâm sử dụng PLC (Programmable Logic Controller) để liên kết các thành phần như băng tải, cảm biến đếm, và cánh tay robot. Hệ thống điều khiển sẽ đảm bảo các thao tác diễn ra nhịp nhàng, nhanh chóng, và chính xác, đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật đề ra.

Tối ưu hiệu suất và năng lượng điện: Tính toán cẩn thận các thông số kỹ thuật của hệ thống, từ công suất động cơ đến năng lượng tiêu thụ, nhằm tránh lãng phí năng lượng và đảm bảo hoạt động tối ưu. Việc lựa chọn thiết bị phù hợp và tối ưu hóa quy trình sẽ giúp giảm chi phí vận hành và tăng tuổi thọ hệ thống.

Tóm lại, mục tiêu của đề tài là xây dựng một hệ thống pha hóa chất PAC tự động, thông minh, có hiệu quả về mặt thực tiễn cũng như kinh tế trong quá trình sản xuất.

1.4. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

1.4.1. Đối tượng nghiên cứu

Quy trình pha chế PAC trong xử lý nước: Nghiên cứu quy trình hiện tại tại nhà máy xử lý nước, bao gồm các bước vận chuyển bao PAC, mở bao, pha trộn hóa chất, và kiểm soát nồng độ dung dịch. Phân tích các hạn chế của phương pháp thủ công, như sai số tỷ lệ pha chế, rủi ro sức khỏe, và hiệu suất thấp.

Các thành phần của hệ thống Robot pha chế PAC tự động: Bao gồm băng tải vận chuyển, bộ đếm bao hóa chất, cơ cấu gắp thả sử dụng cánh tay robot, bộ điều khiển trung

tâm, cảm biến, và các cơ cấu chấp hành. Mỗi thành phần sẽ được nghiên cứu chi tiết để đảm bảo hoạt động đồng bộ và hiệu quả.

1.4.2. Phạm vi nghiên cứu

Tính toán và lựa chọn thiết bị điện cho hệ thống: Tập trung vào việc tính toán và lựa chọn các thiết bị phù hợp cho hệ thống robot pha chế PAC, bao gồm:

- Băng tải: Tính toán công suất động cơ, tải trọng, tốc độ và chọn loại băng tải phù hợp để vận chuyển bao PAC liên tục, ổn định.
- Cơ cấu gấp thả: tính chọn các động cơ của robot và các driver phù hợp. Lựa chọn vật liệu chịu được môi trường hoá chất.
- Hệ thống điều khiển: Lựa chọn PLC Siemens S7-1200, biến tần và các thiết bị điện khác để đảm bảo điều khiển đồng bộ và đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật.
- Lập trình cho bộ điều khiển: Phát triển thuật toán trên PLC Siemens S7-1200 để phối hợp băng tải, bộ đếm và robot, đảm bảo đồng bộ, nhanh, chính xác.

1.5. Phạm vi đề tài

Phạm vi thời gian: Nghiên cứu được thực hiện từ 3/2025 đến 6/2025

Phạm vi không gian: Nhà máy nước Cầu Đỏ

Phạm vi sản phẩm: Giải pháp tự động hóa cho quy trình điều chế hóa chất PAC

1.6. Cách tiếp cận

Khảo sát và đánh giá hiện trạng: Nghiên cứu, đánh giá quy trình pha chế PAC hiện tại của nhà máy nước để xác định những bất cập và đề xuất cải tiến. Khảo sát thực trạng mặt bằng tại khu pha chế nhằm lên các thông số cho quá trình tính toán.

Tính toán và lựa chọn các thiết bị điện của hệ thống: Tính toán công suất, tải trọng, tốc độ và chọn thiết bị (băng tải, robot, PLC, các thiết bị điện khác) phù hợp yêu cầu kỹ thuật và môi trường hóa chất.

Thiết kế thuật toán điều khiển: Thiết kế thuật toán điều khiển trên PLC Siemen S7 – 1200 giúp các thành phần cơ khí, cảm biến phối hợp hoạt động với nhau theo mong muốn một cách chính xác.

Tích hợp và thử nghiệm: Kết hợp các thành phần của hệ thống, tiến hành thử nghiệm trên mô hình thử nghiệm để đánh giá.

1.7. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu lý thuyết: Tìm hiểu về các phương pháp pha chế hóa chất, các tiêu chuẩn an toàn trong ngành xử lý nước. Lý thuyết tính toán băng tải, động lực học của cánh tay robot, thuật toán điều khiển trên PLC.

Thiết kế mô hình thực tế: Lựa chọn các cơ cấu phù hợp từ đó tính toán các thiết bị điện phù hợp.

Thực nghiệm và đánh giá: Xây dựng hệ thống thử nghiệm, thu thập dữ liệu hoạt động để đánh giá hiệu suất và tính khả thi của giải pháp.

1.8. Kết luận chương 1

Chương 1 đã trình bày tổng quan về lĩnh vực nghiên cứu, tính cấp thiết, mục tiêu, đối tượng – phạm vi nghiên cứu, cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu của đề tài "Thiết kế Robot điều chế dung dịch PAC tự động". Trong bối cảnh ngành xử lý nước ngày càng đòi hỏi các giải pháp hiện đại, hiệu quả và an toàn, đề tài đã chỉ ra rõ ràng những hạn chế trong quy trình pha chế PAC thủ công hiện nay như: nguy cơ mất an toàn lao động, hiệu suất thấp, và độ chính xác không đảm bảo. Qua đó, việc nghiên cứu và phát triển hệ thống robot tự động hóa cho quy trình điều chế PAC không chỉ là xu thế tất yếu mà còn là giải pháp thực tiễn giúp nâng cao chất lượng vận hành, tối ưu hóa chi phí thông qua giảm lãng phí nguyên liệu và chi phí liên quan đến lao động, đồng thời bảo vệ sức khỏe công nhân. Với mục tiêu xây dựng một hệ thống hoàn chỉnh từ vận chuyển, gắp thả hóa chất đến điều khiển trung tâm tích hợp PLC, đề tài hứa hẹn sẽ đóng góp tích cực vào việc nâng cấp công nghệ tự động hóa trong ngành xử lý nước, đặc biệt tại các nhà máy đã và đang áp dụng các giải pháp công nghiệp 4.0.

CHƯƠNG 2: PHƯƠNG ÁN THIẾT KẾ HỆ THỐNG

2.1. Tổng quan về nhà máy nước Cầu Đỏ

2.1.1 Giới thiệu công ty cổ phần cấp nước Đà Nẵng (Dawaco)



Hình 2.1 Công ty cổ phần cấp nước Đà Nẵng

Địa chỉ: 57 Xô Viết Nghệ Tĩnh – P. Hòa Cường Nam, Q. Hải Châu, TP. Đà Nẵng

Điện thoại: 0236.3696632

Fax: 02363.697 999

Email: capnuocdn@dawaco.com.vn

Website: www.dawaco.com.vn

Công ty Cổ phần Cấp nước Đà Nẵng (DAWACO) là một đơn vị quan trọng trong lĩnh vực cung cấp nước sạch tại thành phố Đà Nẵng. Được hình thành từ năm 1945, qua 80 năm hoạt động, công ty đã từng bước phát triển, nâng cấp cơ sở vật chất, quy trình điều khiển để có thể cung cấp đủ nhu cầu nước sạch cho toàn thành phố. Dawaco hiện đang quản lý vận hành 05 NMN và 02 TCN với tổng công suất thiết kế 346.000 m³/ngày, công suất khai thác bình quân 293.000 m³/ngày, ngày cao nhất 310.500 m³/ngày, ngày thấp nhất 285.000 m³/ngày.

Bảng 2.1 Tổng hợp nhà máy nước và trạm cấp nước trực thuộc Dawaco

TT	Nhà máy nước & trạm cấp nước	Nguồn nước khai thác	Công suất thiết kế (m ³ /ngày)
1	NMN Cầu Đò	Nước mặt sông Cẩm Lệ (hạ lưu của sông Yên) thuộc hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn	290.000
2	NMN Sân Bay		30.000
3	NMN Hồ Hòa Trung	Hồ Hòa Trung	10.000
4	NMN Hải Vân	Suối Lương	5.000
5	NMN Sơn Trà (Gồm: TCN Sơn Trà 1, 2)	Suối Đá: cấp cho Sơn Trà 1. Suối Tinh: cấp cho Sơn Trà 2.	7.000
6	TCN Khe Lạnh (Từ tháng 12/2017)	Suối Khe Lạnh (Bà Nà)	2.000
7	TCN Phú Sơn (Từ tháng 8/2017)	Sông Yên (đập An Trạch)	2.000
	TỔNG CỘNG		346.000

Trong quá trình hoạt động, DAWACO không ngừng đổi mới và ứng dụng công nghệ hiện đại nhằm nâng cao hiệu quả sản xuất và phân phối nước. Đặc biệt, hệ thống giám sát và điều khiển trung tâm (SCADA) đã được triển khai, giúp theo dõi và điều khiển tự động các nhà máy và trạm bơm, từ đó tối ưu hóa việc cung cấp nước cũng như giảm thiểu thất thoát nước.

2.1.2. Giới thiệu nhà máy nước Cầu Đò

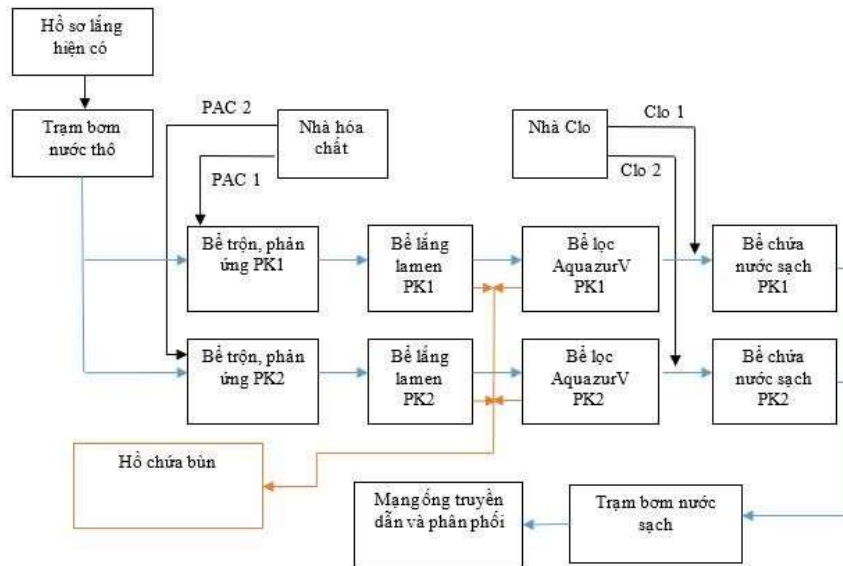
Nhà máy nước Cầu Đò là nhà máy cấp nước lớn nhất và đóng vai trò trung tâm trong hệ thống cấp nước của thành phố Đà Nẵng. Trải qua nhiều giai đoạn mở rộng và nâng cấp, đến nay Nhà máy nước Cầu Đò đã đạt công suất thiết kế lên đến 290.000m³/ngày, đáp ứng khoảng 70–80% nhu cầu sử dụng nước sạch của toàn thành phố.

Được xây dựng từ năm 1967, Nhà máy nước Cầu Đỏ sử dụng nguồn nước thô được lấy từ sông Cẩm Lệ thông qua hệ thống trạm bơm và kênh dẫn nước riêng biệt. Nguồn nước sau đó được xử lý theo quy trình hiện đại bao gồm các bước keo tụ, lắng, lọc và khử trùng bằng chlorine nhằm đảm bảo chất lượng nước đầu ra đạt chuẩn theo quy định của Bộ Y tế. Toàn bộ quy trình vận hành và xử lý nước được tích hợp vào hệ thống điều khiển trung tâm SCADA của DAWACO, cho phép giám sát và điều khiển từ xa theo thời gian thực, góp phần nâng cao hiệu quả sản xuất và an toàn vận hành.



Hình 2.2 Hình ảnh bên ngoài nhà máy

2.1.3. Quy trình xử lý nước tại nhà máy

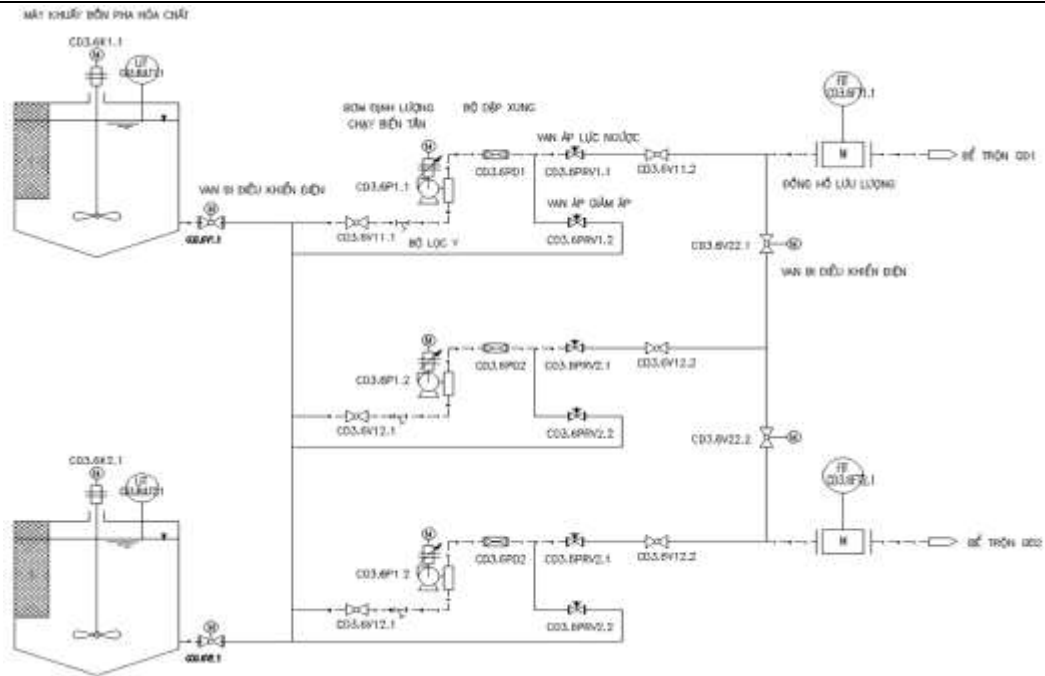


Hình 2.3 Sơ đồ công nghệ DCXL 60.000m³/ngày PK1 và PK2

Nước từ hồ sơ lắng sẽ được các trạm bơm nước cấp 1 bơm lên bể trộn, nơi diễn ra quá trình pha trộn nước thô với dung dịch keo tụ PAC (Poly Aluminium Chloride). Tại đây, các hạt keo và tạp chất lơ lửng trong nước sẽ phản ứng hóa học tạo thành các bông cặn có kích thước và khối lượng lớn hơn nhờ quá trình khuấy trộn cưỡng bức trong bể phản ứng. Khi chuyển sang bể lắng, các bông cặn này nhờ trọng lực sẽ lắng dần xuống đáy bể và được loại bỏ định kỳ thông qua hệ thống xả bùn bể lắng. Phần nước trong sau lắng được thu gom cuối bể hoặc trên bề mặt thông qua các máng răng cưa và ống thu đục lỗ, rồi dẫn sang các bể lọc. Trong bể lọc, nước sẽ đi qua lớp vật liệu lọc chủ yếu là cát thạch anh có cấu trúc khe hở nhỏ, giúp giữ lại hoàn toàn các hạt cặn còn sót lại. Các bể lọc sử dụng công nghệ thu nước tiên tiến như chụp lọc hoặc đan lọc HDPE hai tầng, đảm bảo hiệu quả lọc ổn định và lâu dài. Nước sau lọc có độ đục rất thấp (dưới 2 NTU), đạt tiêu chuẩn sơ bộ về nước sạch và được dẫn vào bể chứa chuẩn bị cho bước khử trùng bằng chlorine trước khi đưa vào hệ thống cấp nước cho người dân.

2.1.4. Công đoạn châm hóa chất PAC

Công đoạn châm hóa chất PAC nằm ở giai đoạn xử lý hóa lý trong quá trình xử lý nước cung cấp cho sinh hoạt. Đây là một bước quan trọng nhằm loại bỏ các chất rắn lơ lửng, keo tụ các hạt nhỏ khó lắng, và giảm độ đục của nước thô trước khi đưa sang các công đoạn lắng, lọc tiếp theo.



Hình 2.4 Sơ đồ công nghệ hệ thống bơm định lượng PAC 02 DCXL 60.000m³/ngày NMN Cầu Đỏ

Hệ thống sử dụng bơm định lượng để kiểm soát lưu lượng hóa chất được bơm vào bể trộn. Thông qua việc áp dụng kỹ thuật điều khiển biến tần để thay đổi tốc độ quay vòng quay của động cơ, lưu lượng đầu ra được tinh chỉnh một cách linh hoạt và tự động. Đồng hồ lưu lượng hóa chất được lắp đặt tại mỗi đầu ra đường ống châm. Giá trị lưu lượng sẽ được gửi phản hồi về PLC liên tục để thực hiện chức năng điều khiển PID.

Công thức xác định lưu lượng hóa chất cần bơm áp dụng tại công ty Dawaco như sau:

$$Q_{PAC} = \frac{Q_{nuoetho} \times N_{jert.test} \times 1000}{N_{dd}} \quad (l/h) \quad (2.1)$$

Trong đó:

- $Q_{nuoetho}$ (m³/h): lưu lượng nước thô được bơm từ trạm bơm nước thô đến bể trộn để xử lý.
- Q_{PAC} (l/h): lưu lượng dung dịch hóa chất PAC cần bơm vào bể trộn.
- $N_{jert.test}$ (mg/l): nồng độ châm PAC được xác định từ phòng thí nghiệm tương ứng với dải độ đục xác định. Có thể nhập nhiều giá trị Jart Test vào PLC tương ứng với các cấp độ đục khác nhau để đáp ứng nhanh sự tăng giảm độ

đục nước thô khi mùa mưa lũ. Định kỳ, nhân viên hóa nghiệm sẽ thực hiện Jart Test ngày 2 lần.

- N_{dd} (mg/l): là nồng độ dung dịch bẻ pha hóa chất, được tính toán tương ứng với thể tích nước pha và khối lượng bột PAC hòa trộn (từ 4 – 5%).

Nồng độ PAC sử dụng cho $1m^3$ nước thô là theo độ đục:

- Nước đục thấp: 50 – 400 mg/l
- Nước đục trung bình: 500- 700 mg/l
- Nước đục cao: 800-1.200 mg/l

2.2. Nhà hóa chất

2.1.1. PAC

2.1.1.1. PAC là gì?

PAC (Poly Aluminium Chloride) là một loại hóa chất keo tụ được sử dụng phổ biến trong quá trình xử lý nước cấp và nước thải công nghiệp. Đây là một dạng muối nhôm có công thức tổng quát là $Al_2(OH)_nCl_{6-n}$, thường tồn tại dưới dạng bột màu trắng ngà hoặc vàng chanh, tan tốt trong nước. PAC được đánh giá cao nhờ khả năng tạo keo tụ nhanh, hiệu quả và ổn định trong điều kiện pH rộng hơn so với phèn nhôm truyền thống (Alum).



Hình 2.5 Bao hóa chất PAC

2.1.1.2. Châm PAC là gì?

Châm PAC (Poly Aluminium Chloride) là một bước quan trọng trong quy trình xử lý nước, nơi hóa chất PAC được đưa vào nguồn nước thô để thực hiện quá trình keo tụ – tiền xử lý các tạp chất lơ lửng, chất hữu cơ và cặn bẩn. Tuy nhiên, việc châm PAC chỉ là một khâu trung gian, giúp gom tụ các hạt nhỏ lại thành bông cặn lớn hơn. Sau đó, nước sẽ tiếp tục đi qua các công đoạn khác như khuấy trộn, lắng, lọc và khử trùng (thường bằng Clo) để đạt được chất lượng nước yêu cầu trước khi sử dụng hoặc thải ra môi trường.

PAC thường được châm vào tại các bể trộn nhanh hoặc bể phản ứng, nơi có điều kiện lý tưởng để hóa chất phân tán đều và phản ứng hiệu quả. Hiệu quả của bước châm PAC phụ thuộc vào nhiều yếu tố như liều lượng, tốc độ khuấy, pH, và đặc tính nguồn nước.

2.1.1.3. Công dụng của PAC:

PAC có nhiều công dụng quan trọng trong xử lý nước, đặc biệt trong các giai đoạn tiền xử lý:

Loại bỏ hạt lơ lửng: PAC giúp gom các hạt keo nhỏ (kích thước micromet) trong nước thô, vốn không thể lắng tự nhiên, thành các bông cặn lớn hơn. Điều này làm tăng khả năng tách cặn trong bể lắng.

Giảm độ đục: Sau khi xử lý bằng PAC, độ đục của nước (thường đo bằng NTU - Nephelometric Turbidity Units) có thể giảm xuống dưới 2 NTU. Việc giảm độ đục của nước xuống dưới 2 NTU sau khi xử lý bằng Poly Aluminium Chloride (PAC) là một bước quan trọng để đảm bảo nước đạt các tiêu chuẩn chất lượng cao, phù hợp cho mục đích nước uống hoặc xả thải an toàn ra môi trường. Độ đục, được đo bằng đơn vị NTU (Nephelometric Turbidity Units), phản ánh lượng hạt lơ lửng trong nước, và ngưỡng dưới 2 NTU là một chỉ số quan trọng được các quy định quốc gia và quốc tế công nhận. Cụ thể, Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia Việt Nam (QCVN 01-1:2018/BYT) quy định độ đục tối đa là 2 NTU cho nước uống, đảm bảo an toàn cho sức khỏe con người, trong khi Quy chuẩn QCVN 40:2011/BTNMT yêu cầu tương tự cho nước thải để tránh ô nhiễm nguồn nước tự nhiên.

Xử lý tạp chất hữu cơ: PAC không chỉ loại bỏ cặn vô cơ mà còn hấp phụ một phần các chất hữu cơ hòa tan, cải thiện màu sắc và mùi vị của nước.

Ức chế vi khuẩn: Một số dạng PAC có khả năng khử trùng nhẹ do tính axit của nó, hỗ trợ giảm tải cho các giai đoạn khử trùng bằng clo sau đó.

Ứng dụng đa dạng: Ngoài xử lý nước sạch, PAC còn được dùng trong xử lý nước thải công nghiệp (như dệt may, giấy), xử lý nước hồ bơi, và thậm chí trong một số quy trình xử lý đất ô nhiễm.

So với các chất keo tụ khác, PAC có ưu điểm vượt trội về hiệu quả ở nhiệt độ thấp và khả năng hoạt động ổn định trong nước có pH dao động, điều mà phèn nhôm thường gặp khó khăn. Tuy nhiên, việc sử dụng PAC cần tuân thủ liều lượng vì lạm dụng có thể

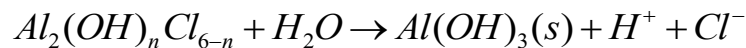
làm tăng độ dẫn điện của nước hoặc gây dư thừa nhôm, ảnh hưởng đến sức khỏe con người nếu không xử lý đúng cách.

2.1.1.4. Phản ứng của PAC khi vào nước

Khi PAC được châm vào nước, nó trải qua một loạt phản ứng hóa học phức tạp, chủ yếu liên quan đến quá trình thủy phân và kết tủa. Dưới đây là chi tiết về cơ chế:

a. Thủy phân trong nước:

Khi PAC (công thức tổng quát $Al_2(OH)_nCl_{6-n}$) tiếp xúc với nước, nó bị thủy phân do sự hiện diện của các ion H^+ và OH^- . Phản ứng cơ bản có thể được viết như sau:



Trong đó:

- n: Là số lượng nhóm hydroxyl trong cấu trúc PAC ($Al_2(OH)_nCl_{6-n}$), một biến số thể hiện mức độ thủy phân, ảnh hưởng đến hiệu quả keo tụ.
- s: Là ký hiệu trạng thái chất rắn, chỉ $Al(OH)_3$ là kết tủa rắn hình thành sau phản ứng thủy phân, hỗ trợ quá trình lắng cặn.

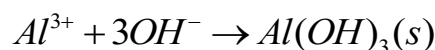
Quá trình này tạo ra các ion nhôm tự do (Al^{3+}) và các hydroxit nhôm ($Al(OH)_3$), một chất keo tụ chính. Tốc độ thủy phân phụ thuộc vào pH và nhiệt độ của nước.

b. Tạo bông cợn (Flocculation):

Các ion Al^{3+} trong nước trung hòa điện tích âm của các hạt keo lơ lửng (như đất, hữu cơ). Khi điện tích bị trung hòa, các hạt keo mất khả năng đẩy nhau và bắt đầu kết dính lại.

$Al(OH)_3$ hình thành một mạng lưới keo, hấp phụ các hạt nhỏ và tạo thành các bông cợn lớn hơn. Phản ứng này được hỗ trợ bởi quá trình khuấy trộn trong bể phản ứng, giúp tăng diện tích tiếp xúc giữa PAC và các hạt keo.

Phương trình hóa học đơn giản hóa:



Các bông cợn này có trọng lượng và kích thước lớn hơn, dễ lắng xuống đáy bể lắng.

c. Lắng và tách cặn:

Sau khi hình thành bông cặn, chúng di chuyển xuống đáy bể lắng do trọng lực. Nước trên bề mặt, đã được làm sạch phần lớn cặn bẩn, được thu qua máng răng cưa hoặc ống đục lỗ và dẫn đến bể lọc.

Bùn lắng (chứa $\text{Al}(\text{OH})_3$ và cặn) được xả bỏ định kỳ, thường qua hệ thống "Hồ chứa bùn" như trong sơ đồ của bạn.

d. Ảnh hưởng của pH:

Phản ứng hiệu quả nhất khi pH nước nằm trong khoảng 6-8. Nếu pH quá thấp (<5), PAC có thể không tạo đủ bông cặn; nếu pH quá cao (>9), nhôm có thể tạo thành các hợp chất hòa tan không mong muốn.

Trong thực tế, có thể cần điều chỉnh pH bằng vôi ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) hoặc axit trước khi châm PAC.

e. Sản phẩm phụ:

Quá trình này sinh ra một lượng nhỏ ion clorua (Cl^-), nhưng nồng độ thường không đáng kể và nằm trong giới hạn an toàn của tiêu chuẩn nước uống (WHO, QCVN).

Một phần nhỏ nhôm còn lại trong nước (thường <0.2 mg/L) cần được kiểm soát để tránh tích lũy trong cơ thể con người.

2.1.2. Thực trạng

Hiện tại, khu vực pha chế hóa chất PAC tại Nhà máy nước Cầu Đỏ được chia thành hai khu riêng biệt nhưng liền kề, bao gồm một khu có 3 bể và khu còn lại có 2 bể pha chế. Các bể này đảm nhận nhiệm vụ hòa tan hóa chất PAC dạng bột thành dung dịch để phục vụ cho quy trình xử lý nước. Các bao hóa chất được chất thành đống đặt cạnh khu vực pha chế. Công nhân có nhiệm vụ sử dụng cầu trục vận chuyển bao hóa chất lên mặt sàn thao tác. Ở đây, công nhân sẽ mở miệng bao và đổ hóa chất vào bồn.



Hình 2.6 Khu vực 2 bể pha hóa chất và 3 bể pha hóa chất



Hình 2.7 Các thiết bị bị ăn mòn do hóa chất PAC

Qua quá trình khảo sát, có thể thấy công việc vận chuyển các bao hóa chất lên vị trí miệng bồn, đổ hóa chất khô vào bể được thực hiện bởi các công nhân tại nhà máy.

Các hạn chế hiện tại:

- Hệ thống cấu trúc đơn lẻ, dễ bị gián đoạn khi hỏng.
- Thời gian vận chuyển và châm hóa chất lâu.
- Công nhân tiếp xúc trực tiếp với hóa chất độc hại, gây hại cho sức khỏe.

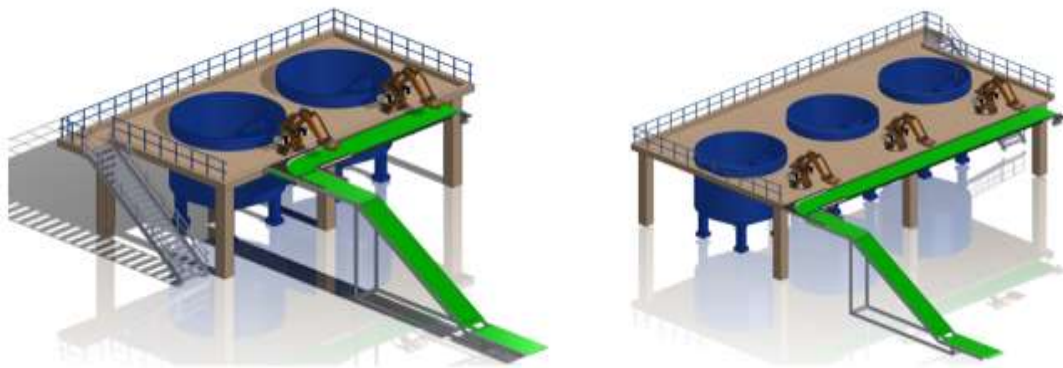
Để giải quyết các vấn đề này, nhóm thiết kế đã thiết kế hệ thống vận chuyển và pha chế hóa chất tự động hoàn toàn bằng máy móc. Giúp con người tránh xa các hóa chất xa nhất có thể, cũng như tối ưu về thời gian.

2.3. Phương án thiết kế

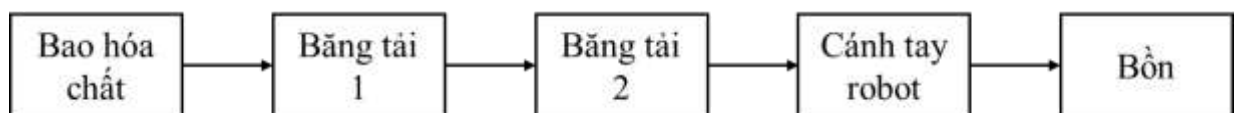
Có 2 vấn đề cần quan tâm khi thiết kế: quá trình vận chuyển và quá trình châm hóa chất.

Quá trình vận chuyển bao hóa chất từ kho đến vị trí thao tác được thực hiện thông qua một hệ thống băng tải tự động, bao gồm hai phần chính: một băng tải leo dốc và một băng tải ngang. Băng tải leo dốc có nhiệm vụ nâng bao hóa chất PAC từ mặt đất lên độ cao cần thiết để tiếp tục đưa vào băng tải ngang, trong khi băng tải ngang đảm nhiệm vai trò chuyển bao đến chính xác vị trí làm việc của cánh tay robot. Cả hai băng tải đều sử dụng băng PVC (belt PVC) có độ ma sát cao và độ bền tốt, phù hợp cho môi trường công nghiệp. Người công nhân chỉ cần đặt từng bao hóa chất tại điểm đầu vào của băng tải leo dốc — các công đoạn còn lại hoàn toàn tự động, bao gồm vận chuyển, xác định vị trí, và dừng chính xác tại vị trí thao tác cho cánh tay robot gấp. Việc này không chỉ giúp giảm thiểu sức lao động thủ công, mà còn đảm bảo tốc độ làm việc ổn định, đồng thời giảm thiểu rủi ro tiếp xúc trực tiếp giữa con người và hóa chất trong suốt quá trình vận hành hệ thống.

Quá trình châm hóa chất: cần chuyển bao hóa chất từ băng chuyền tới bể, mở bao để châm hóa chất. Do đó, để thuận tiện cho hoạt động linh hoạt này, nhóm thiết kế lựa chọn sử dụng cánh tay Robot 3 bậc tự do, tại mỗi bể là một cánh tay Robot. Trên băng chuyền sẽ có các cảm biến quang tại vị trí làm việc của mỗi cánh tay robot, giúp chúng nhận biết được đối tượng đã đến nơi quy định để thao tác gấp thả theo yêu cầu. Trên mỗi miệng bồn sẽ bố trí cơ cấu lưỡi dao phục vụ cho nhiệm vụ mở bao để bột hóa chất chảy tự do vào bồn. Đối với cơ cấu gấp vật, sử dụng cấu trúc dạng tay gấp 2 lược, việc này giúp bao được giữ lại mà không bị rơi vào bể trong quá trình vận chuyển cũng như khi bột hóa chất trong bao chảy vào về hoàn toàn.



Hình 2.8 Phương án thiết kế cho cụm 2 bể và 3 bể



Hình 2.9 Sơ đồ công nghệ hệ thống

Nguyên lý hoạt động:

Khi hệ thống được cấp nguồn, người vận hành sẽ tiến hành cấu hình các thông số vận hành thông qua giao diện điều khiển trung tâm (HMI), bao gồm việc thiết lập số lượng bao hóa chất PAC cần châm cho từng bể riêng biệt tùy theo nhu cầu xử lý và lưu lượng nước tại thời điểm vận hành. Sau khi thiết lập hoàn tất, nút Start sẽ được nhấn để khởi động toàn bộ hệ thống. Lúc này, bộ điều khiển trung tâm (PLC) sẽ đồng thời kích hoạt các thiết bị trong dây chuyền: băng tải bắt đầu hoạt động với tốc độ định sẵn, các cảm biến được đưa vào trạng thái theo dõi, các cánh tay robot chuyển sang chế độ chờ thao tác. Công nhân chỉ cần xếp từng bao hóa chất lên đầu vào của băng tải leo dốc, băng tải này sẽ vận chuyển bao lên cao và chuyển tiếp cho băng tải ngang đưa đến vị trí làm việc của từng cánh tay robot. Tại mỗi vị trí, cảm biến quang sẽ phát hiện sự xuất hiện của bao hóa chất và gửi tín hiệu về PLC để tạm dừng băng tải, tạo điều kiện cho robot thực hiện thao tác chính xác. Cánh tay robot 3 bậc tự do với cơ cấu tay gấp dạng hai lược sẽ thực hiện động tác gấp chắc chắn bao hóa chất, sau đó di chuyển theo quỹ đạo được lập trình sẵn đến miệng bể. Tại đây, bao hóa chất sẽ được trượt dọc qua lưỡi dao cố định để rạch đáy bao, giúp bột PAC chảy tự do vào trong bể, trong khi vỏ bao vẫn được tay gấp giữ lại. Sau khi bột hóa chất đã chảy hết, robot tiếp tục di chuyển vỏ bao trống đến vị trí tập kết rác thải và thả xuống theo đúng quy trình. Kết thúc thao tác, robot quay về vị trí chờ và hệ thống băng tải được kích hoạt để vận chuyển bao tiếp theo. Chu trình này được lặp lại liên tục cho đến khi cảm biến tại mỗi bể xác nhận đủ số lượng bao theo thiết lập ban đầu, lúc đó toàn bộ hệ thống sẽ dừng tự động. Toàn bộ quá trình vận hành được điều phối nhịp nhàng giữa các thành phần và cảm biến, giúp nâng cao mức độ tự động hóa, đảm bảo độ chính xác cao, tiết kiệm thời gian, công sức và giảm thiểu tối đa các rủi ro có thể xảy ra trong quá trình vận hành.

2.4. Kết luận chương 2

Chương 2 đã cung cấp cái nhìn tổng quan về Công ty Cổ phần Cấp nước Đà Nẵng (DAWACO) và Nhà máy nước Cầu Đò – đơn vị đóng vai trò chủ lực trong hệ thống cấp nước sạch cho thành phố. Với công suất xử lý lớn cùng hệ thống vận hành hiện đại, nhà máy đang đảm bảo phần lớn nhu cầu sử dụng nước cho người dân và doanh nghiệp trên địa bàn.

Trong quy trình xử lý nước, công đoạn châm hóa chất PAC giữ vai trò quan trọng trong việc keo tụ các hạt lơ lửng, giảm độ đục và nâng cao hiệu quả xử lý nước. Tuy nhiên, thực tế cho thấy việc vận chuyển, pha chế và châm PAC tại nhà máy vẫn còn

nhiều hạn chế, đặc biệt là tính thủ công cao, thời gian thao tác dài và nguy cơ mất an toàn cho người lao động khi tiếp xúc trực tiếp với hóa chất.

Từ quá trình khảo sát, nhóm thiết kế đã xác định rõ nhu cầu cần cải tiến quy trình hiện tại bằng hệ thống tự động hóa. Phương án sử dụng băng tải và cánh tay robot đã được đề xuất nhằm tự động hóa toàn bộ khâu vận chuyển và châm hóa chất, từ đó giảm sức lao động thủ công, tăng độ chính xác, đảm bảo an toàn và nâng cao hiệu quả sản xuất.

CHƯƠNG 3: TÍNH TOÁN, THIẾT KẾ CƠ KHÍ CHO HỆ THỐNG

3.1. Thiết kế hệ thống băng tải

3.1.1. Cấu tạo băng tải PVC

Băng tải là thiết bị quan trọng trong quá trình vận chuyển hàng hóa, đóng vai trò không thể thiếu trong nhiều ngành công nghiệp. Việc nắm vững cấu tạo và nguyên lý hoạt động của băng tải giúp doanh nghiệp lựa chọn, vận hành hiệu quả và tối ưu hóa quy trình sản xuất.



Hình 3.1 Băng tải PVC

Băng tải cơ bản gồm 4 bộ phận:

Khung băng tải: Là bộ phận nâng đỡ toàn bộ hệ thống, thường làm bằng thép sơn tĩnh điện, inox hoặc thanh nhôm định hình cao cấp để đảm bảo độ cứng vững và ổn định. Thiết kế khung có thể thay đổi tùy theo loại băng tải và mục đích sử dụng (thẳng, cong, nghiêng...).

Dây băng tải: Hay còn gọi là dây belt hay dây đai, đây là bộ phận tiếp xúc trực tiếp với vật liệu, hàng hóa. Chất liệu dây băng đa dạng: PVC, PU, cao su, lưới thép, nhựa mô-đun... tùy thuộc vào yêu cầu về độ bền, khả năng chịu nhiệt, hóa chất và đặc tính sản phẩm vận chuyển.

Con lăn: Con lăn kéo băng bằng inox, thép mạ kẽm hoặc nhôm, có đường kính Ø50, Ø60, Ø76, Ø89 là một phần quan trọng đặc biệt, giúp duy trì độ căng của băng tải, đồng thời cũng đảm bảo độ trơn tru của nó. Cấu trúc này có thể bao gồm một số lớp chất liệu chống căng hoặc dẻo, tùy thuộc vào yêu cầu cụ thể của ứng dụng.

Bộ truyền động: Bao gồm động cơ, hộp số, dây đai hoặc xích tải, truyền động lực từ động cơ đến con lăn chủ động. Động cơ có thể là điện hoặc thủy lực, tùy thuộc vào công suất và yêu cầu vận hành.

Hệ thống điều khiển: Bao gồm các thiết bị như biến tần, PLC, nút nhấn, cảm biến... Giúp điều khiển tốc độ, hướng di chuyển, khởi động, dừng và các chức năng khác của băng tải.

Các bộ phận khác: Gạt liệu, phễu cấp liệu, máng băng tải, thiết bị bảo vệ... Tùy thuộc vào loại băng tải và ứng dụng cụ thể mà có thể có thêm các bộ phận khác như bàn thao tác, cân điện tử, máy in date...

3.1.2. Tính chọn động cơ băng tải

Thông tin hệ thống:

- Hiệu suất bộ truyền: 0.9
- Đường kính con lăn: $D = 40 \text{ mm} = 0.04 \text{ m}$
- Hệ số ma sát: $\mu = 0.2$
- Vận tốc băng tải: 100mm/s

Thông tin bao hóa chất:

- Chiều dài: 0.6 m
- Chiều rộng: 0.3 m
- Khối lượng: 25 kg

Để tính chọn động cơ cho băng tải ta cần xác định momen xoắn đầu ra trục hộp số như sau:

$$T'_L = \frac{F \times D}{2 \times \eta} \quad (3.1)$$

Trong đó:

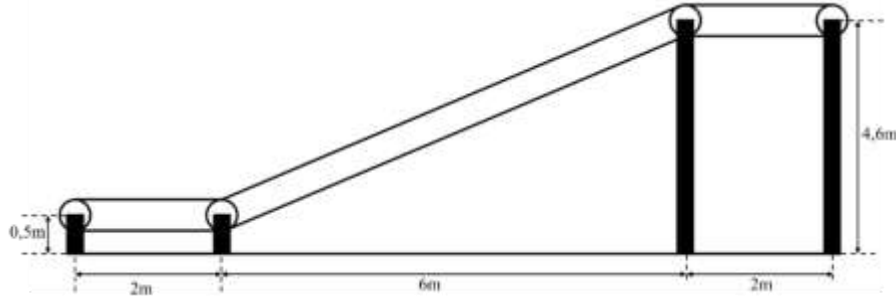
T'_L : là momen xoắn trục đầu ra của hộp số

F : là lực tác động của băng tải và được xác định: $F = m \times g \times (\sin \alpha + \mu \times \cos \alpha)$ (3.2)

D: đường kính rulo kéo băng tải

η : hiệu suất truyền động (0.9-0.95)

3.1.2.1. Băng tải leo dốc



Hình 3.2 Phác thảo thông số băng tải leo dốc

Chiều dài băng tải: $L_1 = 2 + \sqrt{6^2 + 4.1^2} + 2 = 11.27(m)$

Chiều rộng băng tải: $R_1 = 0.6(m)$

Khối lượng của dây belt: $m_{b1} = 2 \times L_1 \times R_1 \times 2.3 = 2 \times 11.27 \times 0.6 \times 2.3 \approx 31.1(kg)$

Số lượng bao tải lớn nhất cùng lúc: $N_{\max} = 11.27 / 0.6 \approx 18(\text{bao})$

⇒ Khối lượng tải lớn nhất băng tải cần vận chuyển trong cùng 1 lúc:

$$m_{\max} = 18 \times 25 = 450 Kg$$

Góc nghiêng của băng tải: $\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{4.1}{6}\right) = 34.34^\circ$

Vận tốc trục hộp số: $N_G = \frac{v \times 60}{\pi \times D} = \frac{100 \times 60}{\pi \times 40} \approx 48 \text{ [r/ph]}$

Chọn hộp số có tỉ số truyền $i = 25$

Tổng lực tác dụng lên băng tải:

$$F = m \times g \times (\sin \alpha + \mu \times \cos \alpha) = (450 + 31.1) \times 9.8 \times (\sin 34.34^\circ + 0.2 \times \cos 34.34^\circ) = 3438.22 N$$

Moment xoắn trục đầu ra hộp số: $T_L' = \frac{F \times D}{2 \times \eta} = \frac{3438.22 \times 0.04}{2 \times 0.9} = 76.4 (Nm)$

Chọn hệ số an toàn là 2

⇒ Moment xoắn trục đầu ra hộp số: $T_L = 2 \times T'_L = 2 \times 76.4 = 152.8 \text{ (Nm)}$

3.1.2.2. Băng tải ngang cụm 2 bể

Chiều dài băng tải: $L_2 = 6 \text{ m}$

Chiều rộng băng tải: $R_2 = 0.6 \text{ (m)}$

Khối lượng của dây belt: $m_{b2} = 2 \times L_2 \times R_2 \times 2.3 = 2 \times 6 \times 0.6 \times 2.3 \approx 16.56 \text{ (kg)}$

Số lượng bao tải lớn nhất cùng một lúc: $N_{\max} = 6 / 0.6 \approx 10 \text{ bao}$

⇒ Khối lượng tải lớn nhất băng tải cần vận chuyển trong cùng 1 lúc:

$$m_{\max 2} = 10 \times 25 = 250 \text{ (kg)}$$

Vận tốc trục hộp số: $N_{G2} = \frac{v \times 60}{\pi \times D} = \frac{100 \times 60}{\pi \times 40} \approx 47.7 \text{ [r/ph]}$

Chọn hộp số có tỉ số truyền $i = 25$

Tổng lực tác dụng lên băng tải:

$$F = m \times g \times (\sin \alpha + \mu \times \cos \alpha) = (250 + 16.56) \times 9.8 \times (\sin 0^\circ + 0.2 \times \cos 0^\circ) = 522.46 \text{ N}$$

Moment xoắn trục đầu ra hộp số: $T'_L = \frac{F \times D}{2 \times \eta} = \frac{522.46 \times 0.04}{2 \times 0.9} = 11.61 \text{ (Nm)}$

Chọn hệ số an toàn là 2

⇒ Moment xoắn trục đầu ra hộp số: $T_L = 2 \times T'_L = 2 \times 11.61 = 23.22 \text{ (Nm)}$

3.1.2.3. Băng tải ngang cụm 3 bể

Chiều dài băng tải: $L_3 = 9.5 \text{ m}$

Chiều rộng băng tải: $R_3 = 0.6 \text{ (m)}$

Khối lượng của dây belt: $m_{b3} = 2 \times L_3 \times R_3 \times 2.3 = 2 \times 9.5 \times 0.6 \times 2.3 \approx 26.22 \text{ (kg)}$

Số lượng bao tải lớn nhất cùng một lúc: $N_{\max} = 9.5 / 0.6 \approx 16 \text{ bao}$

⇒ Khối lượng tải lớn nhất băng tải cần vận chuyển trong cùng 1 lúc:

$$m_{\max 2} = 16 \times 25 = 400 \text{ (kg)}$$

Vận tốc trục hộp số: $N_{G2} = \frac{v \times 60}{\pi \times D} = \frac{100 \times 60}{\pi \times 40} \approx 47.7 \text{ [r/ph]}$

Chọn hộp số có tỉ số truyền $i = 25$

Tổng lực tác dụng lên băng tải:

$$F = m \times g \times (\sin \alpha + \mu \times \cos \alpha) = (400 + 26.22) \times 9.8 \times (\sin 0^\circ + 0.2 \times \cos 0^\circ) = 835.39 \text{ N}$$

$$\text{Moment xoắn trục đầu ra hộp số: } T_L' = \frac{F \times D}{2 \times \eta} = \frac{835.39 \times 0.04}{2 \times 0.9} = 18.56 \text{ (Nm)}$$

Chọn hệ số an toàn là 2

$$\Rightarrow \text{Moment xoắn trục đầu ra hộp số: } T_L = 2 \times T_L' = 2 \times 18.56 = 37.12 \text{ (Nm)}$$

3.1.2.4. Bộ điều khiển băng tải

Trong quá trình làm việc, động cơ cần bật tắt theo cảm biến để Robot có thể thực hiện hoạt động gấp của mình. Do đó, việc sử dụng biến tần giúp bảo vệ động cơ khỏi tác động của dòng khởi động khi bật, và quán tính cơ khí khi tắt động cơ. Các động cơ có công suất tương đối nhỏ, do đó lựa chọn dòng biến tần V20 của Siemens để thuận lợi cho việc điều khiển. Cấu hình của biến tần như sau:

- Mã sản phẩm: V20 6SL3210-5BE21-5UV0
- Nguồn vào: 3 pha, 380 – 480 VAC, 47 – 63 Hz
- Công suất định mức: 1.5 kW
- Dòng điện định mức: 4.1 A
- Tần số ngõ ra: 0 – 550 Hz
- Ngõ vào/ ra: 4 ngõ vào số, 2 ngõ ra số, 2 ngõ vào analog, 1 ngõ ra analog

\Rightarrow Do đó, dựa vào các kết quả tính toán phía trên, ta có thể lựa chọn các động cơ phù hợp cho việc thiết kế các băng tải như sau:

Bảng 3.1 Bảng tính chọn động cơ cho băng tải

STT	Vị trí	Băng tải	Mã động cơ	Mã hộp số	Công suất
1	Cụm 2 bể	Băng tải leo dốc	S3+ME3SB4	A352_25.7	2 Hp
		Băng tải ngang	S2+ME2SB4	A052_25.5	1 Hp
2	Cụm 3 bể	Băng tải leo dốc	S3+ME3SB4	A352_25.7	2 Hp
		Băng tải ngang	S2+ME2SB4	A052_25.5	1Hp

3.1. Thiết kế cánh tay Robot

3.1.1. Tổng quan về robot công nghiệp

3.1.1.1. Tình hình phát triển và ứng dụng

Trong thời đại công nghiệp hiện đại, robot đã và đang trở thành một trong những trụ cột quan trọng trong tự động hóa. Robot bao gồm hai phần chính: phần cứng (cơ cấu cơ khí, truyền động, các cảm biến, bo mạch điều khiển...) và phần mềm (chương trình điều khiển). Sự kết hợp hài hòa giữa chạy phần cứng và lập trình điều khiển mở ra khả năng ứng dụng rộng lớn trong các lĩnh vực như: sản xuất, nông nghiệp, y tế, quân sự...

Robot hiện đại không chỉ thay thế con người trong những công việc lặp đi lặp lại mà còn thực hiện được nhiều nhiệm vụ "thông minh" nhờ áp dụng trí tuệ nhân tạo. Robot đã và đang được ứng dụng để thám hiểm, cứu hộ, và hỗ trợ chuẩn đoán trong y khoa.



Hình 3.3 Robot trong công nghiệp

3.1.1.2. Khái niệm về robot công nghiệp

Robot công nghiệp có thể được định nghĩa theo một số tiêu chuẩn sau:

- AFNOR (Pháp): Robot là một cơ cấu chuyển động tự động, lập trình được, lặp lại các chương trình trên nhiều trục tọa độ.
- RIA (Mỹ): Robot là tay máy vạn năng, đóng vai trò vận chuyển chi tiết, dụng cụ hoặc công cụ chuyên dùng.
- TOCT 25686-85 (Nga): Robot là thiết bị tự động, có thể cố định hoặc di chuyển, gồm tay máy + hệ điều khiển theo chương trình.

Do đó, robot công nghiệp có thể được hiểu là những thiết bị tự động linh hoạt, thực hiện các chức năng lao động công nghiệp của con người dưới một hệ thống điều khiển theo những chương trình đã được lập trình sẵn.

3.1.1.3. Phân loại robot công nghiệp

Theo thể hệ điều khiển:

- Thế hệ 1: Điều khiển chu trình cứng, không cảm biến.
- Thế hệ 2: Điều khiển mềm, có nhận biết.
- Thế hệ 3: Điều khiển thông minh, mang tính logic.

Theo thiết kế cấu hình:

- Robot tọa độ Đề các (T.T.T)
- Robot tọa độ trụ (R.T.T)
- Robot tọa độ cầu (R.R.T)
- Robot tọa độ góc (R.R.R)
- Robot SCARA (R.R.T)

Theo ứng dụng: Robot hàn, robot sơn, robot lắp ráp, robot chuyển phối...

Theo môi trường điều khiển: Mạch hở (không feedback), mạch kín (feedback)

3.1.1.4. Ứng dụng

Robot công nghiệp được áp dụng trong công nghiệp dưới góc độ thay thế con người, nhờ vậy các dây chuyền sản xuất được tăng năng suất và hiệu quả.

Ứng dụng trong công nghiệp: Robot được sử dụng trong công nghệ đúc, hàn, cắt, sơn, phun phủ, tháo lắp, vận chuyển...

Ứng dụng trong Y học: Robot được sử dụng trong lĩnh vực y tế như nội soi, phẫu thuật, ...

Ứng dụng trong quân sự: là robot di chuyển hoặc tự động hoặc điều khiển từ xa, được thiết kế cho các ứng dụng quân sự từ vận chuyển, trinh sát, cứu hộ, tấn công...

Trong giáo dục: giúp phát triển kỹ năng, tư duy và sáng tạo trong thời đại công nghệ 4.0.



Hình 3.4 Robot hàn trong công nghiệp

3.1.1.5. Bậc tự do

Bậc tự do là số khả năng chuyển động của một cơ cấu (chuyển động quay hoặc tịnh tiến). Để dịch chuyển được một vật thể trong không gian, cơ cấu chấp hành của robot phải đạt được một số bậc tự do. Nói chung cơ hệ của robot là một cơ cấu hờ, do đó bậc tự do của nó có thể tính theo công thức:

$$W = 6n - \sum_{i=1}^5 ip_i \quad (3.3)$$

Trong đó:

- n: số khâu động
- P_i : số khớp loại i ($i = 1, 2, 3, \dots$: số bậc tự do bị hạn chế)

Đối với các cơ cấu có các khâu được nối với nhau bằng khớp quay hoặc tịnh tiến (khớp động loại 5) thì số bậc tự do bằng với số khâu động. Đối với cơ cấu hờ, số bậc tự do bằng tổng số bậc tự do của các khớp động.

3.1.2. Cấu trúc cơ bản của cánh tay robot:

3.1.2.1. Khâu

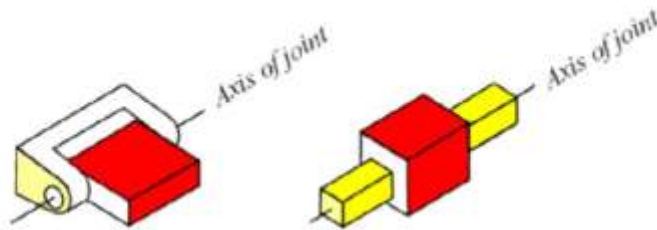
Khâu là các phần cứng có khớp (điểm để gắn vào các liên kết khác). Các khâu của cánh tay robot hoặc robot nối tiếp là một bộ phận cứng có thể có chuyển động tương đối so với tất cả liên kết khác.

3.1.2.2. Khớp

Khớp là bộ phận kết nối giữa 2 khâu tại các nút của chúng, có chức năng truyền chuyển động để thực hiện di chuyển robot. Khớp robot gồm 2 loại điển hình:

Khớp quay (R), giống như một bản lề và cho phép quay tương đối giữa hai khâu.

Khớp tịnh tiến (P), thực hiện chuyển động tịnh tiến hoặc trượt tương đối giữa 2 khâu.



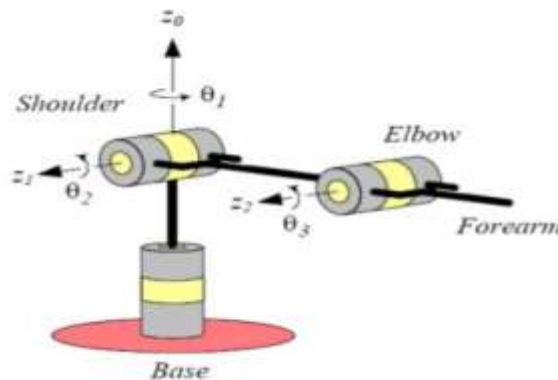
Hình 3.5 Các loại khớp robot

Trục của khớp: chuyển động quay tương đối của các khâu được kết nối bởi một khớp quay vòng chuyển động trên một đường thẳng. Phép tịnh tiến của hai khâu được kết nối bởi một lăng trụ chuyển động dọc theo một đường.

Toạ độ khớp: giá trị của toạ độ mô tả vị trí tương đối của hai khâu được kết nối tại một khớp. Đó là một góc đối với khớp quay và khoảng cách đối với khớp lăng trụ.

3.1.2.3. Phần thân chính

Phần thân của robot bao gồm các khâu, khớp nối và các thành phần cấu trúc khác. Phần thân trở thành robot khi cổ tay và tay cầm được gắn vào, đồng thời hệ thống điều khiển được triển khai.



Hình 3.6 Phác thảo thân cơ bản của robot

Bảng 3.1 Mô tả chi tiết cấu trúc cơ bản của robot

Thành phần	Định nghĩa	Trục quay	Góc quay	Vai trò chính
Shoulder	Nối trực tiếp với đế và liên kết với upper arm	Z_0	θ_1	Quay toàn bộ tay quanh trục dọc
Upper Arm		Z_1	θ_2	Gập/duỗi tay theo phương dọc
Elbow		Z_2	θ_3	Gập khuỷu, mở rộng cẳng tay
Forearm		-	-	Truyền động đến đầu cuối

Base: là phần cố định của robot, gắn xuống đất hoặc bộ máy.

Shoulder (Khớp vai): Nối trực tiếp với đế và liên kết với upper arm (cánh tay trên).

Elbow (khớp khuỷu): Nằm giữa cánh tay trên và cẳng tay.

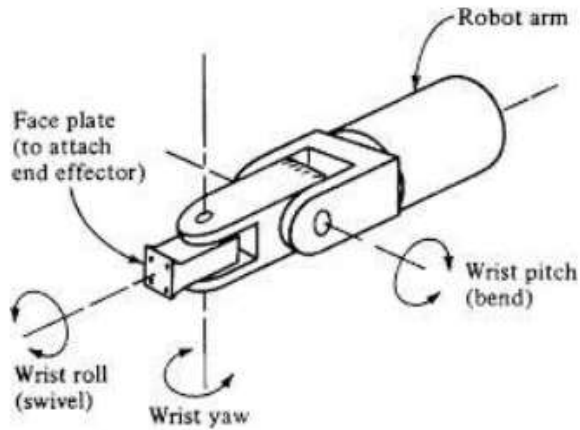
Forearm (cẳng tay): là phần tay nối từ khuỷu tay đến cổ tay.

3.1.2.4. Cổ tay

Trong chuỗi động học của robot, các khớp nối giữa cẳng tay và cơ cấu tác động cuối (end-effector) được gọi là cổ tay (wrist). Đây là phần đóng vai trò quan trọng trong việc định hướng chính xác đầu công cụ hoặc bàn tay robot trong không gian làm việc.

Chức năng chính: Cổ tay robot đảm nhiệm việc định hướng đầu cuối robot (end-effector) theo yêu cầu của công việc như gấp, hàn, sơn, lắp ráp...

Thiết kế thường gặp: Nhiều robot hiện đại sử dụng cổ tay hình cầu (spherical wrist). Đặc điểm của thiết kế này là: Ba trục quay của cổ tay giao nhau tại một điểm. Điều này giúp cổ tay dễ dàng điều khiển hướng của end-effector mà không làm thay đổi vị trí của nó.



Hình 3.7 Cơ cấu cổ tay 3 bậc tự do

3.1.2.5. Bộ phận tác động cuối

Bộ phận tác động cuối là bộ phận được gắn trên khâu cuối cùng để thực hiện công việc cần thiết của robot. Bộ phận tác động cuối đơn giản nhất là một bộ kẹp, thường chỉ có hai hành động: mở và đóng. Cụm cổ tay và bộ phận cuối còn được gọi là bàn tay.



Hình 3.8 Một số cơ cấu của en - effectors

3.1.2.6. Thiết bị truyền động

Thiết bị truyền động là trình điều khiển đóng vai trò như cơ bắp của robot, giúp robot di chuyển và thay đổi cấu hình của các khớp, tay hoặc cơ cấu tác động cuối.

Chức năng chính:

- Cung cấp năng lượng cơ học để làm cho các khớp chuyển động.
- Thay đổi vị trí cấu hình của robot, từ đó thực hiện các thao tác như gấp, di chuyển, lắp ráp, ...

Phân loại bộ truyền động:

Bảng 3.2 Các bộ truyền động thường được sử dụng trong robot

Loại bộ truyền động	Nguồn năng lượng	Ưu điểm	Nhược điểm
Điện	Động cơ điện (servo, step)	Chính xác, dễ điều khiển	Lực/mô-men nhỏ hơn so với thủy lực
Thủy lực	Dầu thủy lực	Tạo lực lớn, dùng cho robot công nghiệp nặng	Cồng kềnh, có nguy cơ rò rỉ
Khí nén	Khí nén	Nhanh, đơn giản, rẻ	Khó điều khiển chính xác, lực thấp

Yêu cầu về điều khiển: Mọi thiết bị truyền động phải được điều khiển thông qua các hệ thống điều khiển (controllers), thường kết hợp với:

- Bộ mã hóa (encoder) để đo vị trí/góc.
- Cảm biến lực/mô-men để phản hồi chính xác.
- Bộ điều khiển PID hoặc hiện đại để đảm bảo chuyển động mượt và ổn định.

3.1.2.7. Cảm biến

Cảm biến là các phần tử được sử dụng để phát hiện và thu thập thông tin về trạng thái bên trong và môi trường. Thông tin quan trọng nhất cần được cảm nhận: vị trí khớp, vận tốc, gia tốc và lực. Bộ cảm biến gửi thông tin về từng khâu và khớp nối tới bộ phận điều khiển, và bộ phận điều khiển xác định cấu hình của robot.

3.1.2.8. Bộ điều khiển

Bộ điều khiển bao gồm bộ xử lý và phần mềm. Bộ điều khiển có vai trò:

- Vai trò thông tin: thu thập và xử lý thông tin từ các cảm biến
- Vai trò quyết định: lập kế hoạch chuyển động hình học của cấu trúc robot
- Vai trò giao tiếp: tổ chức thông tin giữa robot và môi trường của nó

3.1.3. Các thông số thiết kế chính:

3.1.3.1. Số bậc tự do

Robot sử dụng 3 bậc tự do, bao gồm:

- Khớp 1: quay quanh trục Z (xoay đế)
- Khớp 2: quay khớp vai (lên/ xuống cánh tay chính)

- Khớp 3: quay khớp khuỷu (cánh tay phụ)

3.1.3.2. Kích thước và phạm vi hoạt động:

Bảng 3.3 Thông số các bộ phận cánh tay robot

Bộ phận	Ký hiệu	Kích thước(mm)
Từ đế đến khớp vai	L1	600
Cánh tay chính (khâu 2)	L2	800
Cánh tay phụ (khâu 3)	L3	650
Bán kính cực đại	Rmax	~2050
Chiều cao làm việc	Hmax	~2050

3.1.3.3. Tải trọng

Bảng 3.4 Thông số tải trọng

Yếu tố	Giá trị/Mô tả
Khối lượng bao PAC	25 kg
Kích thước bao PAC	40cm-60cm (chiều cao-chiều dài)
Khối lượng tay gấp	11250g
Yêu cầu gấp	Gấp tư thế nằm ngang, thả vào bồn đứng

Độ chính xác gắp	$\pm 5-10$ mm
------------------	---------------

3.1.3.4. Hệ thống truyền động:

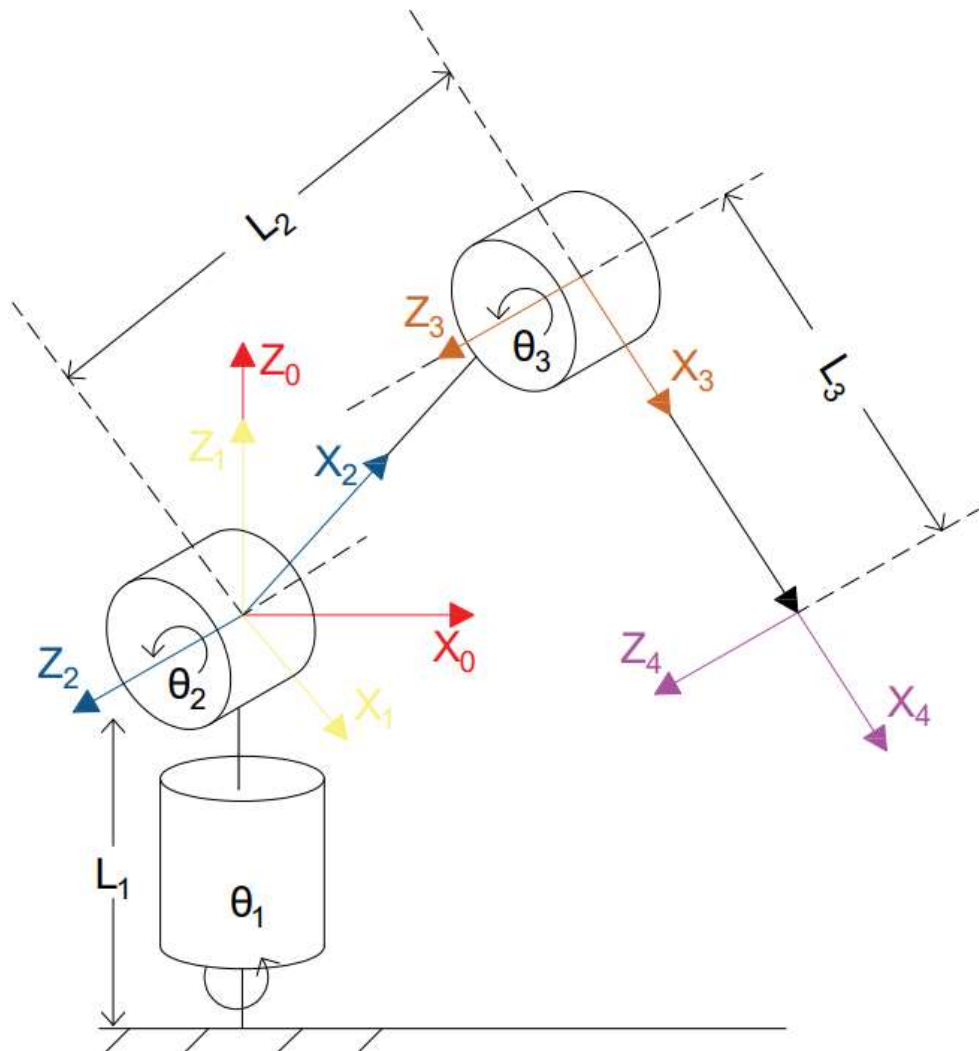
- Các khớp truyền động sử dụng động cơ servo.
- Truyền động qua khớp nối trực tiếp và vòng bi cho độ chính xác cao.
- Cơ cấu gắp có thể dùng servo + càn kẹp, điều khiển độc lập.

3.1.3.5. Vật liệu chế tạo

- Cánh tay: nhôm định hình.
- Đế và khung chính: sắt hoặc hợp kim nhôm.
- Gắp: nhôm nhẹ.

3.2. Xây dựng bài toán động học tay máy

3.2.1. Động học thuận cho robot



Hình 3.9 Kích thước cơ cấu robot

Khái niệm: Động học thuận xác định vị trí và hướng của bộ phận chấp hành cuối (end-effector) trong không gian dựa trên các giá trị góc hoặc vị trí của các khớp robot. Nói cách khác, nếu biết góc quay của từng khớp (hoặc độ dịch chuyển trong trường hợp khớp tịnh tiến), ta có thể tính được tọa độ (x, y, z) và hướng (roll, pitch, yaw) của end-effector.

Dựa vào hình 3.9 ta có thể lập bảng D-H với đầy đủ thông số để tính toán mô hình động học của robot như sau:

Bảng 3.5 Bảng D-H robot

i	a_{i-1}	α_{i-1}	d_i	θ_i
1	0	0	0	θ_1
2	0	90	0	θ_2
3	L_2	0	0	θ_3
4	L_3	0	0	0

Trong đó:

- i: thứ tự khớp robot
- a_{i-1} (chiều dài): là khoảng cách giữa 2 trục động cơ Z_i với Z_{i+1} dọc theo trục X_{i+1}
- α_{i-1} (độ xoắn): được xác định bằng góc lệch giữa 2 trục động cơ Z_i với Z_{i+1} dựa vào trục X_{i+1}
- d_i (độ lệch): độ lệch là khoảng cách từ mặt phẳng chứa X_{i-1} tới X_i dọc theo trục Z_{i-1}
- θ_i (góc khớp): là góc giữa mặt phẳng chứa X_{i-1} và X_i dựa vào trục Z_{i-1} .

Công thức tổng quát ma trận biến đổi đồng nhất từ hệ trục {i} so với {i-1} là:

$${}^{i-1}T_i = \begin{bmatrix} c\theta_i & -s\theta_i & 0 & a_{i-1} \\ s\theta_i c\alpha_{i-1} & c\theta_i c\alpha_{i-1} & -s\alpha_{i-1} & -s\alpha_{i-1}d_i \\ s\theta_i s\alpha_{i-1} & c\theta_i s\alpha_{i-1} & c\alpha_{i-1} & c\alpha_{i-1}d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3.4)$$

Trong đó: $c\theta_i = \cos(\theta_i)$, $s\theta_i = \sin(\theta_i)$, $s\alpha_i = \sin(\alpha_i)$, $c\alpha_i = \cos(\alpha_i)$

Ta có ma trận chuyển đổi giữa 2 hệ trục tọa độ liên tiếp như sau:

$$\text{Từ } \{0\} \text{ sang } \{1\}: \quad {}^0T_1 = \begin{bmatrix} c_1 & -s_1 & 0 & 0 \\ s_1 & c_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3.5)$$

Với $C_1 = \cos(\theta_1)$, $S_1 = \sin(\theta_1)$

$$\text{Từ } \{1\} \text{ sang } \{2\}: \quad {}^1T_2 = \begin{bmatrix} c_2 & -s_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ s_2 & c_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3.6)$$

Với $C_2 = \cos(\theta_2)$, $S_2 = \sin(\theta_2)$

$$\text{Từ } \{2\} \text{ sang } \{3\}: \quad {}^2T_3 = \begin{bmatrix} c_3 & -s_3 & 0 & L_2 \\ s_3 & c_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3.7)$$

Với $C_3 = \cos(\theta_3)$, $S_3 = \sin(\theta_3)$

$$\text{Từ } \{3\} \text{ sang } \{4\}: \quad {}^3T_4 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & L_3 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3.8)$$

Vậy ta có mô hình động học của robot như sau:

$$T_4^0 = T_1^0 \cdot T_2^1 \cdot T_3^2 \cdot T_4^3 = \begin{bmatrix} n_x & o_x & a_x & p_x \\ n_y & o_y & a_y & p_y \\ n_z & o_z & a_z & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_1 c_{23} & -c_1 s_{23} & s_1 & c_1(L_3 c_{23} + L_2 c_2) \\ s_1 c_{23} & -s_1 s_{23} & -c_1 & s_1(L_3 c_{23} + L_2 c_2) \\ s_{23} & c_{23} & 0 & L_3 s_{23} + L_2 s_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3.9)$$

Trong đó: Với $C_{23} = \cos(\theta_2 + \theta_3)$, $s_{23} = \sin(\theta_2 + \theta_3)$

$$\text{Ta xác định được vị trí điểm cuối: } P_{EE} = \begin{bmatrix} P_x \\ P_y \\ P_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_1(L_3c_{23} + L_2c_2) \\ s_1(L_3c_{23} + L_2c_2) \\ L_3s_{23} + L_2s_2 \end{bmatrix} \quad (3.10)$$

Đến đây, ta đã hoàn tất được bài toán động học thuận của Robot.

3.2.2. Động học nghịch cho robot

Mục đích của bài toán động học nghịch là tìm các biến khớp của tay máy khi biết vị trí khâu tác động cuối của tay máy. Có 2 phương pháp để giải bài toán động học nghịch là phương pháp hình học và phương pháp đại số. Ở đây nhóm đã áp dụng phương pháp đại số để giải. Các bước thực hiện được trình bày dưới đây:

- Từ phương trình (2.6), biến đổi tương đương ta được phương trình sau:

$${}^0_1T^{-1} \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & P_x \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & P_y \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & P_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = {}^1_2T {}^2_3T {}^3_4T \quad (3.11)$$

$$\begin{bmatrix} r_{11}c_1 + r_{21}s_1 & r_{12}c_1 + r_{22}s_1 & r_{13}c_1 + r_{23}s_1 & P_x c_1 + P_y s_1 \\ r_{21}c_1 - r_{11}s_1 & r_{22}c_1 - r_{12}s_1 & r_{23}c_1 - r_{13}s_1 & P_y c_1 - P_x s_1 \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & P_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{23} & -s_{23} & 0 & L_3c_{23} + L_2c_2 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ s_{23} & c_{23} & 0 & L_3s_{23} + L_2s_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3.12)$$

Tính theta1:

Cân bằng hai ma trận từ phương trình (3.11), phần tử hàng 2 cột 4:

$$P_y c_1 - P_x s_1 = 0 \quad (3.13)$$

Tương đương, ta có:

$$\frac{s_1}{c_1} = \frac{P_y}{P_x} = \frac{-P_y}{-P_x} \quad (3.14)$$

Ta thu được 2 nghiệm tính góc θ_1 :

$$\begin{cases} \theta_1 = a \tan 2(P_y, P_x) \\ \theta_1 = a \tan 2(-P_y, -P_x) \end{cases} \quad (3.15)$$

Tính θ_3 :

Cân bằng hai ma trận từ phương trình (3.15), phần tử hàng 1 cột 4 và phần tử hàng 3 cột 4, ta được:

$$\begin{cases} L_3 c_{23} + L_2 c_2 = P_x c_1 + P_y s_1 \\ L_3 s_{23} + L_2 s_2 = P_z \end{cases} \quad (3.16)$$

Bình phương 2 vế hệ phương trình (3.16), rồi cộng vế theo vế, ta được:

$$L_2^2 + L_3^2 + 2L_2 L_3 c_3 = (P_x c_1 + P_y s_1)^2 + P_z^2 \quad (3.17)$$

Thực hiện chuyển vế ta rút được c_3 , như sau:

$$c_3 = \frac{(P_x c_1 + P_y s_1)^2 + P_z^2 - (L_2^2 + L_3^2)}{2L_2 L_3}$$
$$s_3 = \pm \sqrt{1 - c_3^2} \quad (3.18)$$

Ta thu được 2 nghiệm cho góc Theta3:

$$\begin{cases} \theta_3 = a \tan 2(s_3, c_3) \\ \theta_3 = a \tan 2(-s_3, c_3) \end{cases} \quad (3.19)$$

Tính θ_2 :

Áp dụng công thức lượng giác, ta biến đổi phương trình (3.15) như sau:

$$\begin{cases} (L_3 c_3 + L_2) c_2 + (-L_3 s_3) s_2 = P_x c_1 + P_y s_1 \\ (L_3 s_3) c_2 + (L_3 c_3 + L_2) s_2 = P_z \end{cases} \quad (3.20)$$

Đặt: $a_{11} = L_3 c_3 + L_2$, $a_{12} = -L_3 s_3$, $a_{21} = L_3 s_3$, $a_{22} = L_3 c_3 + L_2$, $a = P_x c_1 + P_y s_1$, $b = P_z$

Phương trình (3.19) tương đương:

$$\begin{cases} a_{11} c_2 + a_{12} s_2 = a \\ a_{21} c_2 + a_{22} s_2 = b \end{cases} \quad (3.21)$$

Áp dụng phương pháp Cramer giải phương trình (3.20):

$$c_2 = \frac{a a_{22} - b a_{12}}{a_{11} a_{22} - a_{21} a_{12}} \quad (3.22)$$

$$s_2 = \frac{a_{11} b - a_{21} a}{a_{11} a_{22} - a_{21} a_{12}} \quad (3.23)$$

Ta tính được 1 nghiệm cho góc θ_2 :

$$\theta_2 = a \tan 2(s_2, c_2) \quad (3.24)$$

3.3. Tính toán truyền động và chọn động cơ:

Momen xoắn mà động cơ các khớp phải chịu được xác định bởi công thức:

$$M = m \times g \times r \quad (3.25)$$

Trong đó:

- T: Momen xoắn cần thiết tại khớp (N.m)
- m: khối lượng vật cần nâng (kg)
- g: gia tốc trọng trường
- r: khoảng cách từ trục quay đến tâm tải

Từ đây ta sẽ tiến hành tính toán momen xoắn tại từng khớp để chọn được động cơ phù hợp.

3.3.1. Tính toán động cơ khớp quay thứ 3

Thông số đầu vào:

- Bàn tay: 3kg
- Bao PAC: 25kg
- Khâu 3: 10.5 kg (theo tính toán của phần mềm SolidWorks)
- Độ dài của khớp thứ 3 là: $r_3 = 650$ (mm)

Các momen mà khớp 3 phải chịu là:

- Do tải PAC và tay gấp:

$$M_{PAC3+taygấp} = r_3 \times (m_{PAC} + m_{taygấp}) \times g = 0.65 \times 9.81 \times (25 + 3) = 178.54(N.m)$$

- Do Khâu 3:

$$M_{k3.3} = (r_3 / 2) \times m_{k3} \times g = 0.325 \times 9.81 \times 10.5 = 33.48(N.m)$$

- Vậy momen khớp 3 động cơ phải chịu là:

$$M_3 = M_{PAC.3+taygap.3} + M_{k3.3} = 178.54 + 33.48 = 212.02(N.m)$$

Ta chọn động cơ Servo Panasonic MHMF152L1G5 và hộp số Hộp số hành tinh PLF120-35(stage-2) có tỉ lệ truyền 1:35. Như vậy mômen của động cơ kết hợp với hộp số là $7.16 \cdot 35 = 250.6 \text{ N.m}$ (phù hợp với kết quả tính toán)

3.3.2. Tính toán động cơ khớp quay thứ 2

Thông số đầu vào:

- Khâu 2: 12.5 kg (theo tính toán của phần mềm SolidWorks)
- Khối lượng động cơ khớp quay thứ 3: 9.2 kg. Hộp số: 6.92kg
- Độ dài khớp thứ 2 là $r_2 = 800 \text{ mm}$

Các momen mà khớp 2 phải chịu là:

- Tải PAC và tay gấp:

$$M_{PAC.2+taygap} = (r_2 + r_3) \times (m_{PAC} + m_{taygap}) \times g = (0.65 + 0.8) \times 9.81 \times (25 + 3) = 398.29(N.m)$$

- Khâu 3:

$$M_{k3.2} = (r_2 + r_3 / 2) \times m_{k3} \times g = (0.8 + 0.325) \times 9.81 \times 10.5 = 115.88(N.m)$$

- Khâu 2:

$$M_{k2.2} = (r_2 / 2) \times m_{k2} \times g = 0.4 \times 9.81 \times 12.5 = 49.05(N.m)$$

Vậy momen động cơ khớp 2 phải chịu là:

$$M_2 = M_{PAC.2} + M_{taygap2} + M_{k3.2} + M_{k2.2} = 398.29 + 115.88 + 49.05 = 563.22(N.m)$$

Ta chọn động cơ Servo Panasonic MHMF152L1G5 và hộp số PLF120-100 (stage-2) có tỉ lệ truyền 1:100. Như vậy mômen của động cơ kết hợp với hộp số là $7.61 \cdot 100 = 761 \text{ N.m}$ (phù hợp với kết quả tính toán)

3.3.3. Tính toán động cơ cho khớp quay thứ nhất:

Thông số đầu vào:

- Khâu: 102.75 kg (theo tính toán của phần mềm SolidWorks)
- Khối lượng động cơ khớp quay thứ 2: 9.2 kg. Hộp số: 6.92kg
- Độ dài khớp 1 là $r_1 = 0.6 \text{ m}$

Như vậy tổng khối lượng khâu 2,3 và tay gấp là:

$$\begin{aligned} m_{234} &= m_{PAC} + m_{taygap} + m_{k3} + m_{dc.khau3} + m_{k2} + m_{dc.khau2} \\ &= 25 + 3 + 10.5 + (6.92 + 9.2) = 12.5 + (6.92 + 9.2) = 67.12(kg) \end{aligned}$$

Momen động cơ khâu 1 phải chịu là:

$$M_1 = m_{234} \times g \times r_1 = 67.12 \times 9.81 \times 0.6 \approx 395.07(N.m)$$

Momen động cơ khớp 1 phải chịu không bị ảnh hưởng bởi khớp 1 vì khớp 1 có phương trùng với phương của trọng lực

Ta chọn động cơ Servo Panasonic MHMF152L1G5 và hộp số PLF120-100 (stage-2) có tỉ lệ truyền 1:70. Như vậy mômen của động cơ kết hợp với hộp số là $7.16 \times 70 = 501.2$ N.m (phù hợp với kết quả tính toán).

Dựa vào kết quả tính toán trên ta đã chọn được thông số cho động cơ của các khâu như sau:

Bảng 3.6 Bảng chọn động cơ các khớp robot

STT	Khớp	Động cơ	Hộp số	Momen động cơ	Momen tính chọn	Momen của động cơ + Hộp số
1	Khâu 3	Servo Panasonic MHMF152L1G5	1:30	7.16 N.m	212.02 N.m	250.6 N.m
2	Khâu 2	Servo Panasonic MHMF152L1G5	1:100	7.16 N.m	563.22 N.m	716 N.m
3	Khâu 1	Panasonic MHMF152L1G5	1:70	7.16 N.m	395.07N.m	501.2 N.m

3.4. Kết luận chương 3

Chương 3 đã trình bày quá trình thiết kế hệ thống băng tải và cánh tay robot của hệ thống pha chế PAC tự động tại Nhà máy nước Cầu Đò. Dựa trên các thông số thực tế như tải trọng, vận tốc, góc nghiêng và hệ số ma sát, nhóm thiết kế đã tính toán và lựa chọn động cơ, hộp số phù hợp cho từng loại băng tải (leo dốc và ngang), đảm bảo khả năng vận hành ổn định và hiệu quả.

Bên cạnh đó, thiết kế cánh tay robot 3 bậc tự do cũng được xây dựng bài chặt chẽ, từ cấu trúc robot, bài toán động học đến tính toán mômen và lựa chọn thiết bị truyền động. Các động cơ servo và hộp số được chọn đều đáp ứng yêu cầu về lực, độ chính xác và phạm vi hoạt động, đảm bảo robot thao tác chính xác khi gấp và thả bao hóa chất.

Tổng thể, chương này đã hoàn thiện việc tính toán và lựa chọn cơ cấu truyền động cho hệ thống, là nền tảng quan trọng để bước sang giai đoạn thiết kế thuật toán điều khiển cho hệ thống.

CHƯƠNG 4: THIẾT KẾ THUẬT TOÁN ĐIỀU KHIỂN CHO HỆ THỐNG

4.1. Lựa chọn bộ điều khiển hệ thống

4.1.1 Giới thiệu PLC

PLC là viết tắt của "Programmable Logic Controller," trong tiếng Việt được dịch là "Bộ điều khiển Logic có thể lập trình." Đây là một thiết bị điện tử được ứng dụng rộng rãi trong lĩnh vực tự động hóa và điều khiển công nghiệp.

PLC được thiết kế để thực hiện các chức năng điều khiển và giám sát trong môi trường công nghiệp. Nó có khả năng nhận tín hiệu từ cảm biến, thực hiện các phép tính logic và điều khiển các đầu ra như động cơ, van, đèn, cảm biến, và nhiều thiết bị khác. PLC thường được lập trình để thực hiện các nhiệm vụ cụ thể theo chương trình do người lập trình thiết kế.

PLC đóng vai trò quan trọng trong việc tự động hóa các quy trình sản xuất và điều khiển hệ thống trong nhiều ngành như sản xuất, năng lượng, xử lý nước, và các lĩnh vực công nghiệp khác. Thiết bị này thường được ứng dụng để thay thế các hệ thống điều khiển cơ học truyền thống, giúp tăng hiệu suất và linh hoạt trong quá trình sản xuất.

4.1.2. Xác định loại PLC

Từ bảng tổng hợp đầu vào ra cùng với các chức năng cần thiết cho hệ thống, đặc biệt là khả năng xuất xung tốc độ cao để điều khiển động cơ Step cho các khớp của cánh tay robot. Ngoài ra, vì mỗi PLC chỉ hỗ trợ tối đa 4 ngõ ra điều khiển theo cơ chế xung/hướng. Do đó, ta lựa chọn PLC Siemens S7 - 1200 điều khiển 1 cánh tay với cấu hình sau:

- CPU: 1214C
- Nguồn cấp: 20,4 – 28,8 VDC (thường là 24 VDC)
- Loại điện áp: DC/DC/DC
- Đầu vào số: 14DI (24VDC)
- Đầu ra số: 10 DO Transistor
- Đầu vào tương tự: 2AI (0 – 10VDC hoặc 0 – 20mA)
- Bộ nhớ chương trình: 100 kB

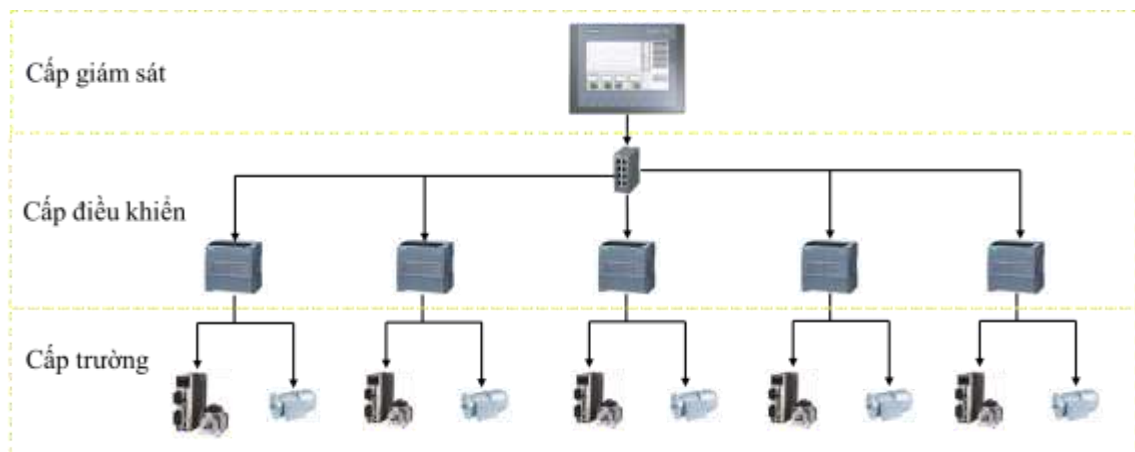
- Kết nối truyền thông: Tích hợp công PROFINET (Ethernet), hỗ trợ Modbus TCP, giao tiếp HMI, SCADA
- Khe mở rộng: Hỗ trợ module mở rộng I/O, module truyền thông

Bảng 4.1 Bảng biến đầu vào/ra một bộ PLC

STT	Tên tag	Kiểu dữ liệu	Địa chỉ	Ghi chú
1	I_Switch_Homing_1	Bool	%I0.0	Công tắt hành trình bảo vị trí Home khớp 1 Robot vị trí 1
2	I_Switch_Homing_2	Bool	%I0.1	Công tắt hành trình vị trí Home khớp 2 Robot vị trí 1
3	I_Switch_Homing_3	Bool	%I0.2	Công tắt hành trình vị trí Home khớp 3 Robot vị trí 1
4	I_Sensor_Work	Bool	%I0.3	Tín hiệu cảm biến quang xác định vị trí dừng của bao
5	Q_PUL_M1	Bool	%Q0.0	Tín hiệu xung điều khiển động cơ Servo khớp 1 Robot vị trí 1
6	Q_DIR_M1	Bool	%Q0.1	Tín hiệu điều khiển chiều động cơ Servo khớp 1 Robot vị trí 1
7	Q_PUL_M2	Bool	%Q0.2	Tín hiệu xung điều khiển động cơ Servo khớp 2 Robot vị trí 1

8	Q_DIR_M2	Bool	%Q0.3	Tín hiệu điều khiển chiều động cơ Servo khớp 2 Robot vị trí 1
9	Q_PUL_M3	Bool	%Q0.4	Tín hiệu xung điều khiển động cơ Servo khớp 3 Robot vị trí 1
10	Q_DIR_M3	Bool	%Q0.5	Tín hiệu điều khiển chiều động cơ Servo khớp 3 Robot vị trí 1
11	Q_VDF	Bool	%Q0.6	Tín hiệu điều khiển động cơ băng tải
12	Q_M4	Bool	%Q0.7	Tín hiệu điều khiển cơ cấu tay gấp

4.1.3. Cấu trúc hệ thống



Hình 4.1 Cấu trúc hệ thống

Để thuận tiện cho việc giám sát cũng như điều khiển, hệ thống được thiết kế theo nguyên tắc hệ thống SCADA. Hệ thống bao gồm 3 cấp: cấp giám sát, cấp điều khiển và cấp trường.

Cấp giám sát: Ở cấp cao nhất, có một giao diện điều khiển hoặc màn hình hiển thị (có thể là HMI - Human Machine Interface) để theo dõi và quản lý toàn bộ hệ thống.

Đây là nơi người vận hành có thể quan sát trạng thái và dữ liệu từ các cấp dưới. Người vận hành có thể khởi động hoặc tạm dừng hệ thống, nhập số lượng bao hóa chất cần pha cho từng bồn.

Cấp điều khiển: Bao gồm các bộ điều khiển, cụ thể là PLC Siemens S7 – 1200, kết nối trực tiếp với giao diện giám sát. Có tổng cộng năm bộ điều khiển, mỗi bộ chịu trách nhiệm quản lý một nhóm thiết bị ở cấp dưới. Các bộ điều khiển này nhận lệnh từ cấp giám sát và truyền tín hiệu đến các thiết bị cấp trường.

Cấp trường: Bao gồm các thiết bị thực tế trên hiện trường, như động cơ băng tải hay động cơ servo điều khiển cánh tay robot. Các thiết bị này nhận tín hiệu điều khiển từ PLC để khởi động hay hoạt động theo chu trình xác định sẵn.

4.1.4. Cài đặt thông số biến tần

Cài đặt lại mặc định cho biến tần:

- P0003 = 1: Truy cập mức cơ bản
- P0004 = 0: Lọc tất cả thông số
- P0010 = 30: Cài đặt thông số ở chế độ cài đặt khi xuất xưởng
- P0970 = 1: Cài đặt lại thông số ở chế độ mặc định

4.1.4.1. Cài đặt thông số cho động cơ

Để biến tần có thể điều khiển chính xác, ta phải cài đặt các thông số định mức cho biến tần.

- P0300 = 1: Động cơ sử dụng loại động cơ không đồng bộ
- P0304 = 400V: Giá trị điện áp định mức của động cơ là 400V
- P0305 = 3.6: Giá trị dòng điện định mức của động cơ là 3.6
- P0307 = 1.5: Giá trị công suất định mức của động cơ là 1.5 kW
- P0308 = 0: Giá trị hệ số công suất định động cơ sẽ tự động được tính toán
- P0310 = 50: Giá trị tần số định mức của động cơ là 50 Hz
- P0311 = 1748: Giá trị tốc độ định mức của động cơ là 1748 vòng/phút
- P1080 = 0: Giá trị tần số nhỏ nhất cho động cơ là 0 Hz
- P1082 = 50: Giá trị tần số lớn nhất cho động cơ là 50 Hz

4.1.4.2. Cài đặt Connection Macro

Connection Macro là một bộ các thông số được thiết lập trước, thường được áp dụng theo yêu cầu cụ thể của các ứng dụng phổ biến về nguồn điều khiển, nguồn Setpoint, và chức năng điều khiển. Bộ Connection Macro này hỗ trợ đến 11 Connection Macro khác nhau.

Ở đây ta sử dụng dạng Connection Marco Cn002: Nguồn điều khiển từ các chân ngõ vào của biến tần (dạng công tắc), nguồn Setpoint từ chân Analog 1. Ta sử dụng tín hiệu ngõ ra từ PLC để kích hoạt bật tắt biến tần.

Các thông số trong Marco:

- P0700 = 2: chọn nguồn điều khiển từ chân điều khiển ngõ vào
- P1000 = 2: Chọn nguồn Setpoint từ chân Analog 1
- P0701 = 1: ON/OFF1
- P0702 = 12: xoay ngược
- P0703 = 9: reset lỗi
- P0704 = 10: chạy jog
- P0771 = 21: tần số thực tế
- P0731 = 52.2: động cơ đang chạy
- P0732 = 52.3: động cơ báo lỗi

4.1.5. Driver điều khiển động cơ

4.1.5.1. Mục đích

Driver (bộ điều khiển servo) có vai trò:

- Nhận tín hiệu từ bộ điều khiển (PLC, vi điều khiển...)
- Điều chỉnh điện áp và dòng cấp cho động cơ
- Nhận phản hồi từ encoder để điều khiển vị trí, tốc độ, mômen chính xác
- Bảo vệ động cơ khỏi quá tải, mất pha, lỗi encoder...

4.1.5.2 Các yêu cầu khi chọn driver

Khi chọn driver, cần phải chú ý đến các yêu cầu phù hợp với động cơ.

Bảng 4.2 Bảng thông số yêu cầu chọn driver

Thông số	Yêu cầu
Công suất	Công suất Driver \geq Công suất động cơ
Dòng điện định mức	Dòng định mức Driver \geq Dòng định mức động cơ ($\times 1.1 \div 1.2$)
Điện áp định mức	Đảm bảo điện áp Driver khớp với nguồn động cơ Servo (thường 3 pha 200 VAC)
Tương thích điều khiển	Driver hỗ trợ điều khiển Pulse/Direction

Với các yêu cầu như trên ta chọn được các driver tương ứng như sau:

Khâu	Động cơ	Công suất	Dòng	Driver
1	MSMF152L1U1	1.5 kW	8.3 A	MDDLN55SE (MINAS A6)
2	MSMF152L1U1	1.5 kW	8.3 A	MDDLN55SE (MINAS A6)
3	MSMF152L1U1	1.5 kW	8.3 A	MDDLN55SE (MINAS A6)

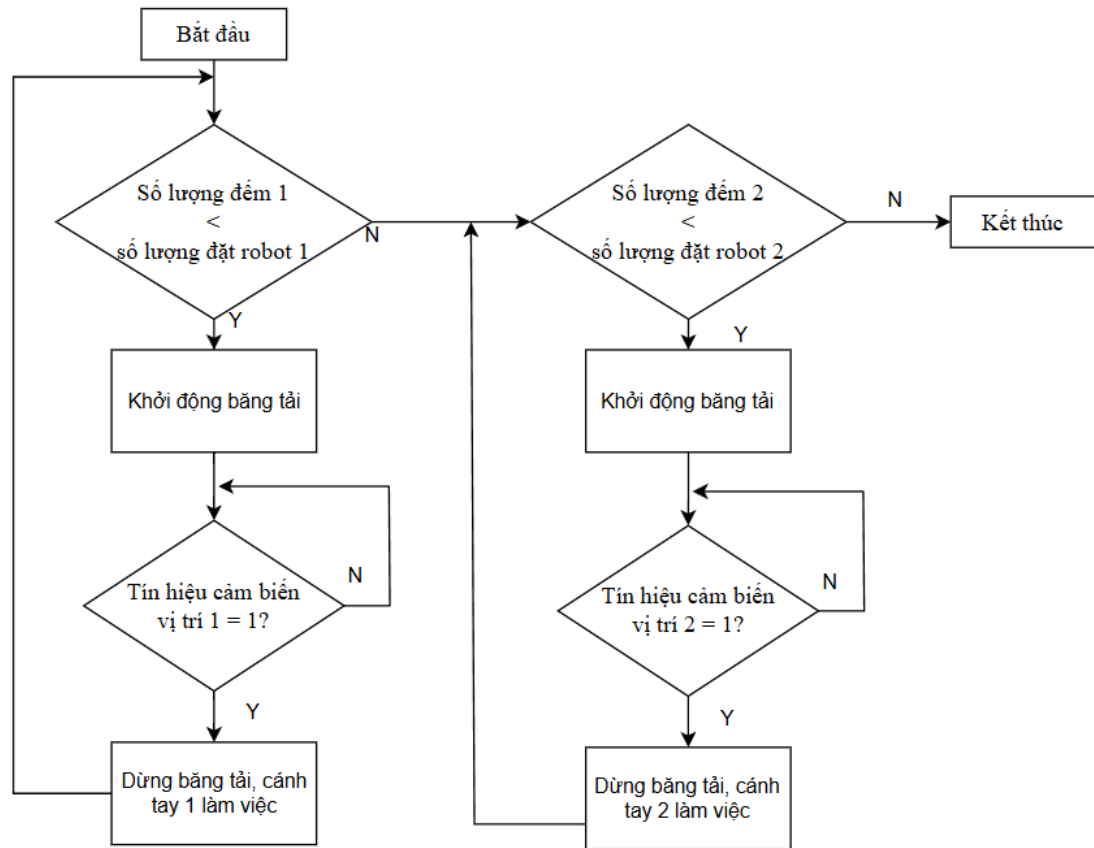
Ưu điểm của driver dòng MINAS A6:

- Hỗ trợ encoder 20-bit
- Hỗ trợ PULSE/DIRECTION (tương thích PLC 1214)
- Có chế độ: Position, Speed, Torque
- Có thể mở rộng: Modbus, EtherCAT (mua bán mở rộng)

4.2. Lưu đồ thuật toán

4.2.1. Lưu đồ thuật toán điều khiển cụm 2 bể

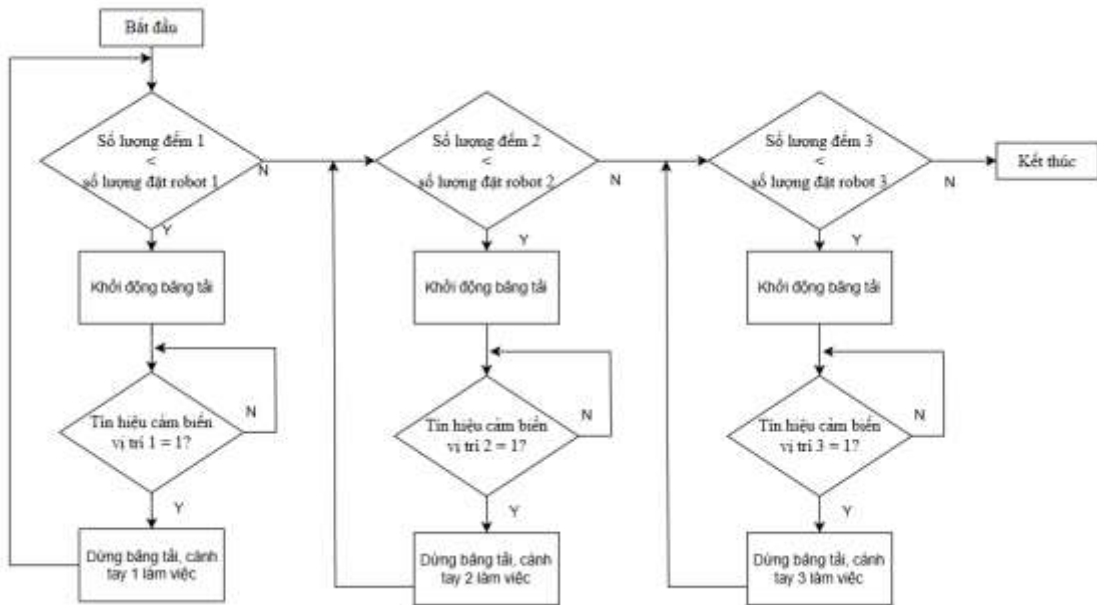
Lưu đồ biểu diễn tổng quan nguyên lý hoạt động của hệ thống, bao gồm trình tự điều khiển, điều kiện dừng và quy trình vận hành tại cụm hai bể pha hóa chất. Hệ thống thực hiện chế độ điều khiển tuần tự, bắt đầu từ robot tại vị trí 1, sau đó chuyển giao quyền điều khiển cho robot tại vị trí 2. Khi bộ đếm tại robot 1 ghi nhận đủ số lượng bao theo giá trị định trước, PLC điều khiển robot 1 sẽ phát tín hiệu đồng bộ đến PLC điều khiển robot 2, kích hoạt robot tại vị trí 2 bắt đầu chu trình làm việc.



Hình 4.2 Lưu đồ thuật toán cụm 2 bể

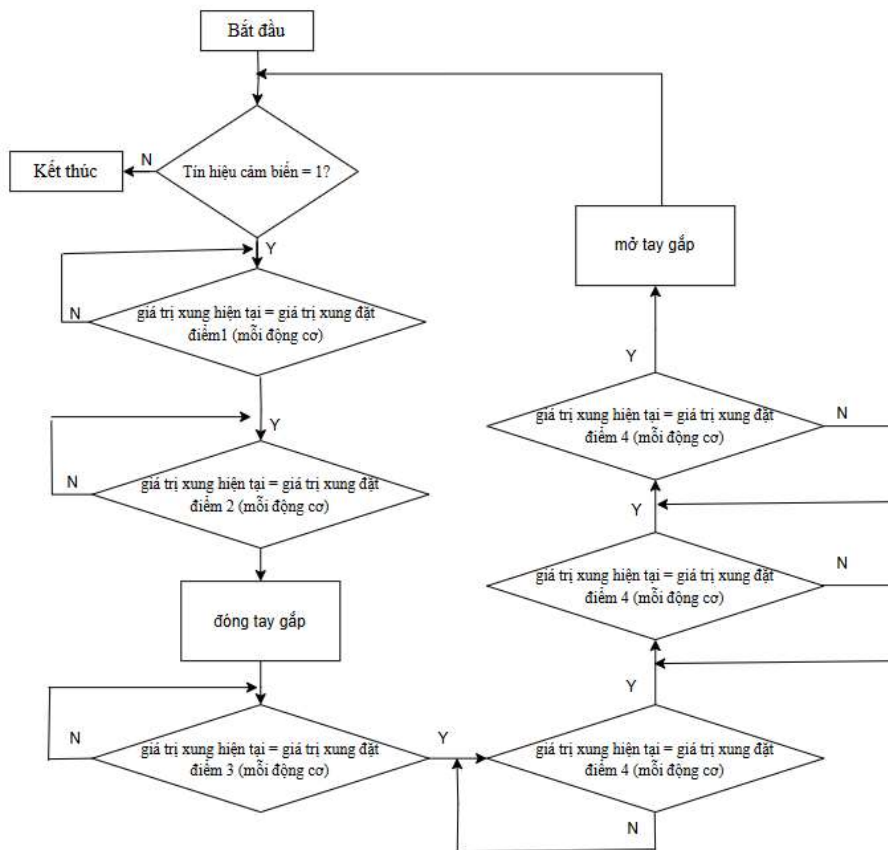
4.2.2. Lưu đồ thuật toán điều khiển cụm 3 bể

Lưu đồ mô tả tổng quan nguyên lý vận hành của hệ thống, bao gồm điều kiện kích hoạt, trình tự hoạt động và điều kiện dừng tại cụm 3 bể pha hóa chất. Hệ thống vận hành theo chu trình tuần tự, bắt đầu từ robot tại vị trí 1, sau đó lần lượt chuyển giao quyền điều khiển sang robot tại vị trí 2 và vị trí 3. Khi bộ đếm tại robot 1 đạt đến ngưỡng số lượng bao cài đặt, PLC điều khiển robot 1 sẽ truyền tín hiệu điều kiện cho phép đến PLC của robot 2, kích hoạt robot tại vị trí 2 bắt đầu thực hiện thao tác. Tương tự, khi robot 2 hoàn tất việc đặt đủ số lượng bao theo yêu cầu, PLC điều khiển sẽ phát tín hiệu cho phép đến PLC của robot 3 để khởi động quá trình vận hành tại vị trí 3. Hệ thống sẽ tự động dừng khi cả ba robot hoàn tất việc nạp đủ số lượng bao hóa chất theo định mức pha chế.



Hình 4.3 Lưu đồ thuật toán cụm 3 bể

4.2.3. Lưu đồ thuật toán điều khiển các khớp động cơ



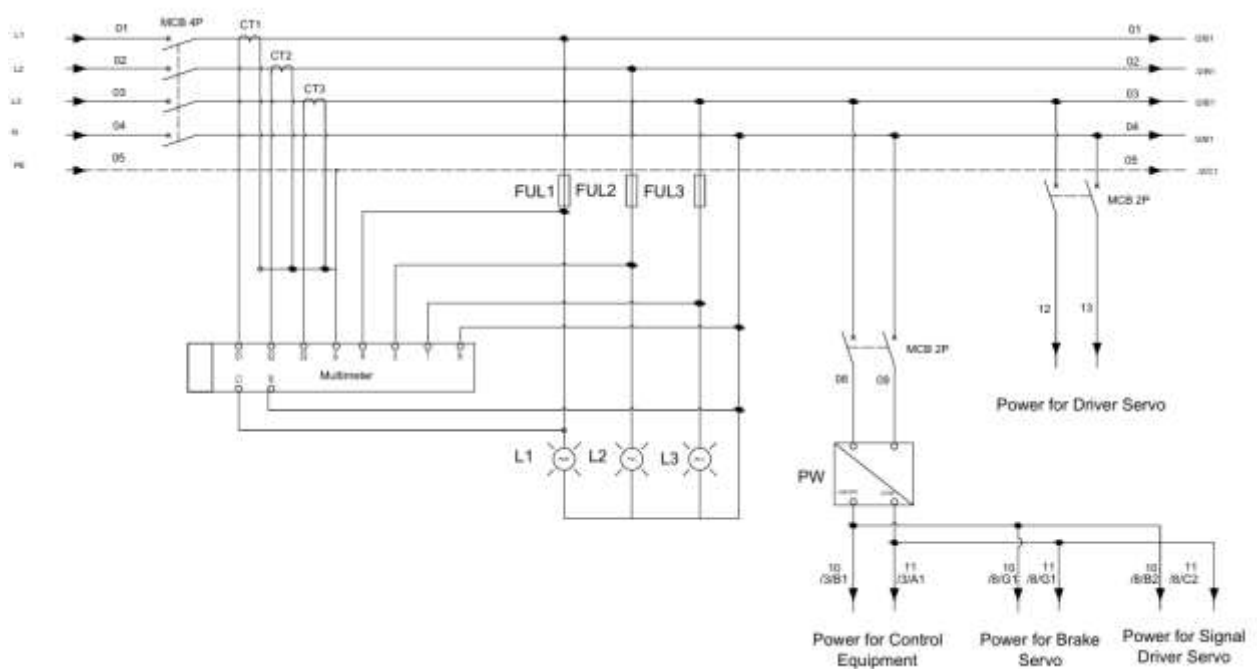
Hình 4.4 Lưu đồ thuật toán hoạt động của cánh tay

Cánh tay robot được điều khiển theo quỹ đạo và trình tự thao tác được lập trình trước. Để đảm bảo hoạt động chính xác, hệ thống yêu cầu robot thực hiện thao tác trở về vị trí gốc (Home) trước khi bắt đầu chu trình làm việc. Khi cảm biến phát hiện bao tải đã đến vị trí thao tác, tín hiệu đầu vào sẽ kích hoạt chu trình vận hành. Chuyển động của robot được điều khiển theo cơ chế điều chế xung (pulse train) gửi đến các động cơ servo tại từng khớp. Tại mỗi điểm dừng, hệ thống kiểm tra số lượng xung phát ra đã đạt giá trị đặt trước (setpoint) cho từng trục. Nếu điều kiện thỏa mãn, robot sẽ tiếp tục di chuyển đến vị trí kế tiếp với thông số xung tương ứng. Tại các điểm thao tác (gấp hoặc thả), tay gấp được điều khiển thông qua tín hiệu xuất phát từ bộ điều khiển để thực hiện đóng hoặc mở theo yêu cầu của quy trình.

4.3. Sơ đồ nối dây

4.3.1. Sơ đồ phân phối mạch nguồn

Sơ đồ mô tả cấu trúc chia nguồn cho các thiết bị trong hệ thống. Các bản vẽ nguyên lý hệ thống được trình bày tại phần phụ lục hình ảnh.

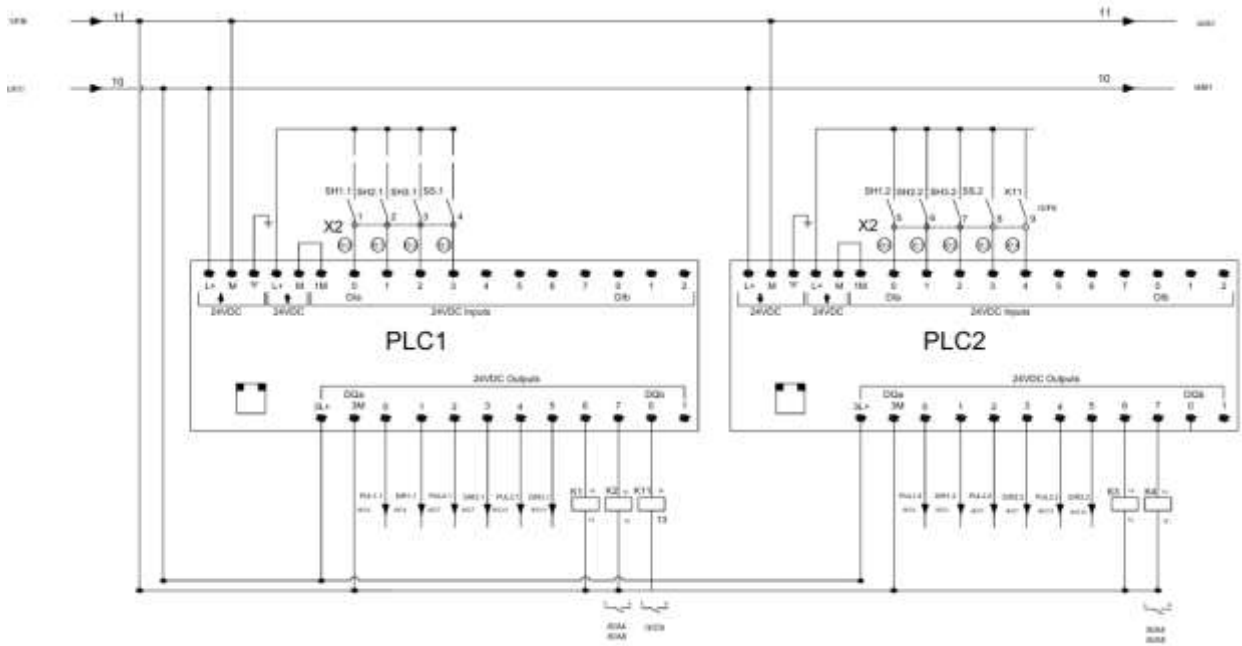


Hình 4.5 Sơ đồ nối dây phân phối nguồn

4.3.2. Mạch tín hiệu Input/ Output PLC

Mạch tín hiệu bao gồm 4 đầu vào, trong đó 3 đầu vào I0.0 đến I0.2 là tín hiệu cảm công tắt hành trình trên mỗi khớp Robot, giúp Robot xác định được vị trí Home. Tín hiệu tại chân I0.3 nhận tín hiệu từ cảm biến quang giúp hệ thống xác định được vị

trí vật để thực hiện hành động. Các ngõ ra từ Q0.0 tới Q0.5 lần lượt cung cấp tín hiệu xung và điều hướng cho động cơ Servo. Ngõ ra Q0.6 dùng để đưa tín hiệu để bật tắt động cơ cái băng tải. Q0.7 dùng để điều khiển cơ cấu tay gấp để gấp vật.

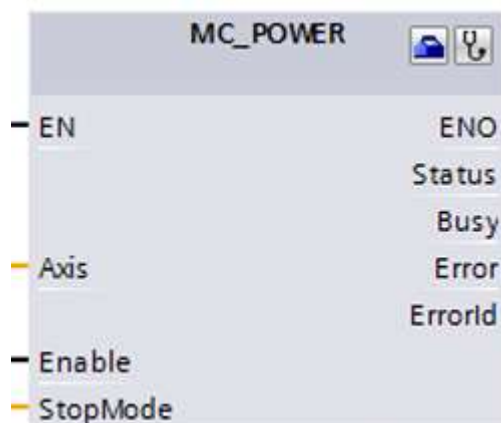


Hình 4.6 Sơ đồ đấu dây đầu vào/ra PLC

4.4. Chương trình điều khiển

4.4.1. Các khối chức năng trong Tia Portal

4.4.1.1. Khối MC_POWER



Hình 4.7 Khối MC_POWER

MC_POWER thuộc thư viện điều khiển chuyển động trong môi trường lập trình PLC của Siemens. MC_POWER dùng để cấp hoặc ngắt nguồn cho động cơ điều khiển 1 trục. Mỗi động cơ muốn hoạt động cần phải kích hoạt 1 khối riêng biệt.

Bảng 4.3 Bảng định nghĩa chân khối MC_POWER

STT	Tham số	Kiểu chân	Kiểu dữ liệu	Mô tả
1	EN	IN	Bool	Cho phép khối thực hiện chức năng khi kích hoạt
2	Axis	IN	AXIS_REF	Trục cần cấp nguồn điều khiển
3	Enable	IN	Bool	Cho phép cấp nguồn động cơ Servo
4	StopMode	IN	Bool	Chọn chế độ khi dừng - 0: dừng theo dạng dừng mềm - 1: dừng ngay lập tức
5	ENO	OUT	Bool	Xác định khối đã thực thi xong
6	Status	OUT	Word	Mã trạng thái hoạt động
7	Busy	OUT	Bool	Đang trong quá trình cấp/ ngắt nguồn
8	Error	OUT	Bool	Báo lỗi nếu có
9	Error	OUT	Word	Mã lỗi nếu có lỗi

4.4.1.2. Khối MC_MoveAbsolute



Hình 4.8 Khối MC_MoveAbsolute

Khối MC_MoveAbsolute dùng để điều khiển một trục (servo/step motor) di chuyển đến một vị trí cụ thể với vận tốc được định trước. Đây là lệnh điều khiển vị trí theo kiểu điểm đến điểm.

Bảng 4.4 Bảng định nghĩa chân khối MC_MoveAbsolute

STT	Tham số	Kiểu chân	Kiểu dữ liệu	Mô tả
1	EN	IN	Bool	Cho phép khối thực thi khi kích hoạt
2	Axis	IN	AXIS_REF	Trục cần điều khiển
3	Execute	IN	Bool	Kích hoạt lệnh khi có tín hiệu TRUE
4	Position	IN	LReal	Vị trí tuyến tính mà trục cần di chuyển đến (đơn vị phụ thuộc vào cấu hình trục)
5	Velocity	IN	LReal	Tốc độ di chuyển
6	ENO	OUT	Bool	Xác định khối đã thực thi
7	Done	OUT	Bool	Bằng TRUE khi trục đã đến đúng vị trí và hoàn tất chuyển động
8	Error	OUT	Bool	Báo lỗi nếu trong quá trình thực thi

4.4.1.3. Khối MC_Home



Hình 4.9 Khối MC_Home

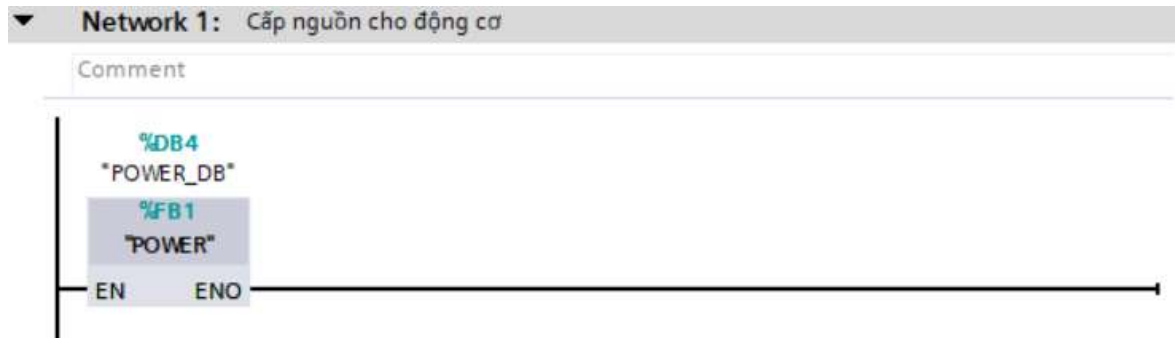
Khối MC_Home sẽ đưa trục về vị trí gốc (home) theo phương pháp xác định, dựa vào cảm biến hoặc công tắt hành trình. Sau khi homing thành công, vị trí đó sẽ được gán là 0 hoặc một giá trị đặt trước.

Bảng 4.5 Bảng định nghĩa chân khối MC_Home

STT	Tham số	Kiểu chân	Kiểu dữ liệu	Mô tả
1	EN	IN	Bool	Cho phép khối thực thi khi kích hoạt
2	Axis	IN	AXIS_REF	Trục cần thực hiện homing
3	Execute	IN	Bool	Bắt đầu quá trình homing khi được kích hoạt
4	Position	IN	LReal	Vị trí sẽ gán cho điểm home sau khi hoàn tất
5	Mode	IN	Int	Xác định phương pháp homing
6	ENO	OUT	Bool	Xác định khối đã thực thi
7	Done	OUT	Bool	Bằng TRUE khi trục đã homing hoàn tất
8	Error	OUT	Bool	Báo lỗi nếu trong quá trình thực thi

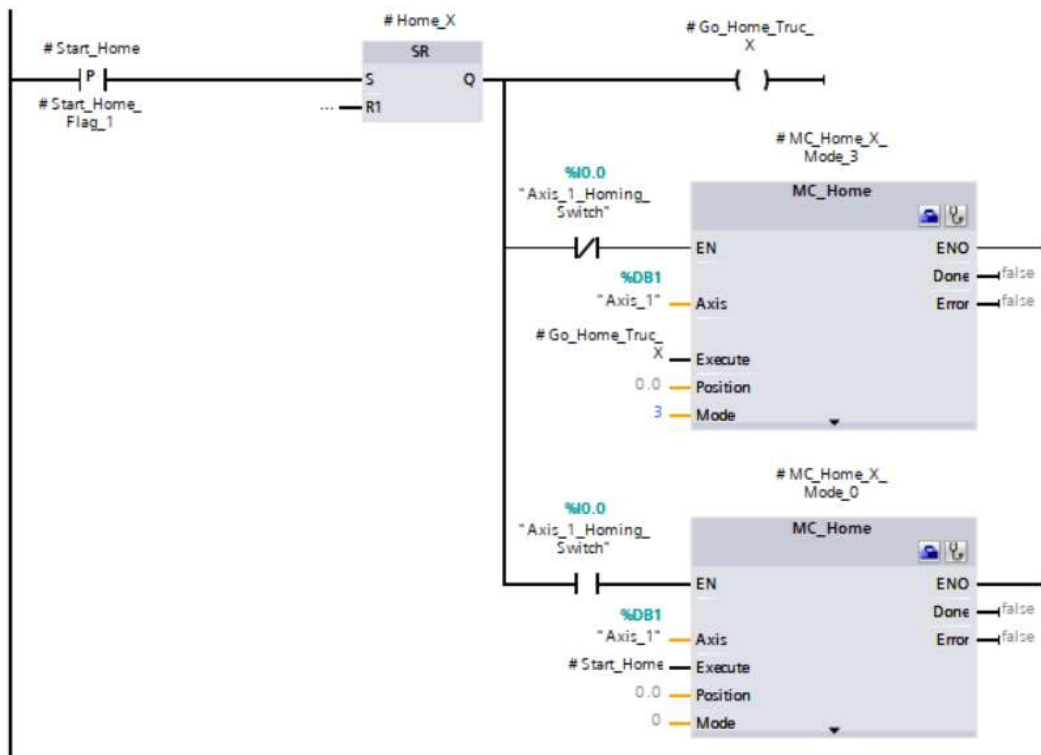
4.4.2 Chương trình chính

Gọi chương trình con để cấp nguồn cho các động cơ trước khi hoạt động



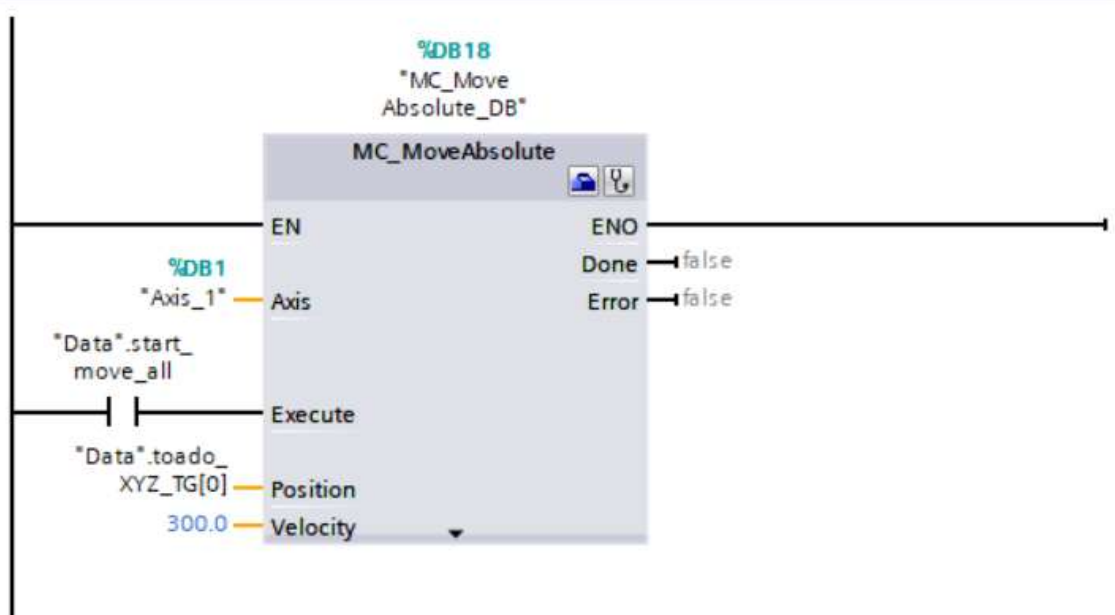
Hình 4.10 Chương trình cấp nguồn cho động cơ

Sự dụng nút nhấn trên màn hình giám sát để đưa các khớp robot về vị trí home. Ở đây ta sử dụng 2 chế độ khi về home. Sử dụng Mode = 0 khi khớp đã ở vị trí công tắt hành trình, lúc này giá trị vị trí sẽ đặt bằng 0.0 và động cơ không hoạt động. Sử dụng Mode = 3 khi khớp đang ở vị trí bất kỳ, lúc này khi có tín hiệu điều khiển, động cơ sẽ được khởi động để đưa khớp về vị trí home. Khi chạm vào công tắt, động cơ ngừng, vị trí đặt bằng 0.0, vị trí lúc này là vị trí home.

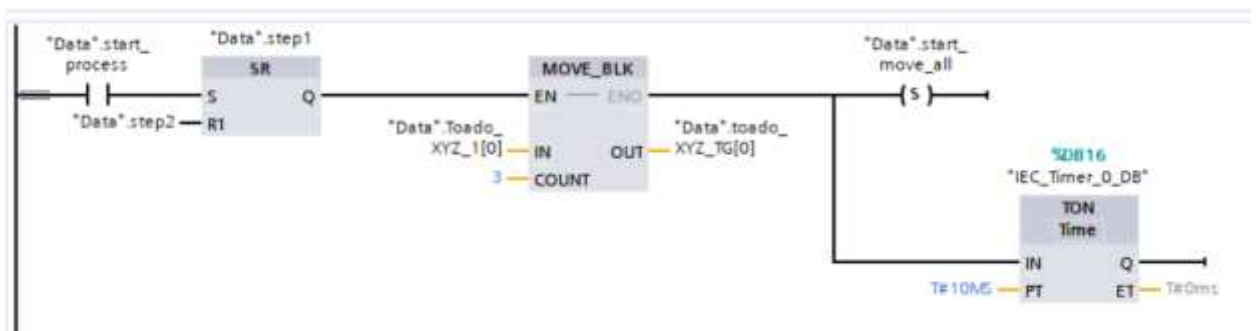


Hình 4.11 Chương trình về Home của khớp 1

Khởi động hệ thống bằng nút nhấn trên màn hình. Lúc này, hệ thống sẽ tạo một xung nhỏ để khởi động khối MC_MoveAbsolute. Đồng thời, các giá trị vị trí của các khớp sẽ được truyền vào 1 mảng giá trị trung gian, giúp đi cánh tay hoạt động đúng những điểm mong muốn.



Hình 4.12 Chương trình di chuyển của 3 khớp



Hình 4.13 Chương trình vận hành điểm đầu tiên

Quá trình hoạt động liên tục đến điểm cuối. Các hoạt động bật tắt bằng tải hoặc tay gấp sẽ được lồng ghép vào trong quá trình. Toàn bộ chương trình sẽ được trình bày trong phần phụ lục.

4.4.3 Giao diện điều khiển

Trong môi trường công nghiệp, SCADA đóng vai trò là hệ thống quản lý tự động hóa, đảm nhiệm các chức năng chính như giám sát, điều khiển và thu thập dữ liệu. Hệ

thống này sử dụng mạng LAN (Local Area Network) để thiết lập kết nối giữa các thành phần, đảm bảo khả năng liên kết và trao đổi thông tin hiệu quả.

Các thiết bị hiện trường như cảm biến và cơ cấu chấp hành gửi dữ liệu về các trạm trung gian – điển hình là RTU hoặc PLC. Từ đó, dữ liệu được chuyển tiếp đến trung tâm điều khiển. Tại giao diện người dùng trên máy tính, người vận hành có thể theo dõi hoạt động của hệ thống và thực hiện các thao tác điều khiển thiết bị một cách thuận tiện và chính xác.



Hình 4.14 Giao diện điều khiển

Màn hình giao diện dùng để điều khiển toàn bộ hệ thống. Trong đó, chúng ta có thể nhập số lượng bao hóa chất cần pha cho từng vị trí, khởi động hệ thống, tạm dừng, hay cho các cánh tay về vị trí gốc thông qua các nút bấm trên màn hình.

4.6 Kết luận chương 4

Chúng em đã xây dựng được chương trình điều khiển và giám sát bằng cách sử dụng PLC S7- 1200. Nhóm em đã sử dụng môi trường lập trình TIA Portal và WinCC Advanced để thiết lập giao diện điều khiển và thuật toán điều khiển một cách hiệu quả, giúp người vận hành dễ dàng thao tác. Đặc biệt, bằng cách xây dựng mô hình mô phỏng, chúng em đã chứng minh được tính đúng của nguyên lý hệ thống. Xây dựng chương trình dựa trên lưu đồ đã đề ra.

CHƯƠNG 5: MÔ HÌNH VÀ KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

5.1. Thực nghiệm với mô hình thực:

Vì đây là giai đoạn đầu của dự án, việc xây dựng robot thực tế vẫn chưa được triển khai ngay lập tức, các yếu tố về cơ khí cần được xem xét kỹ lưỡng. Do đó, việc xây dựng mô hình sẽ giúp mọi người có cái nhìn tổng quan hơn về quá trình vận hành, thuật toán điều khiển.

5.1.1. Tủ điện



Hình 5.1 Tủ điện của hệ thống

Danh sách các thiết bị trong tủ điện:

STT	Thiết bị	Số lượng
1	Aptomat 1p	1
2	PLC S7-1200 CPU 1214C DC/DC/DC	1
3	Nguồn tổ ong 24VDC/10A	1
4	Băng tải	1
5	Cánh tay Robot 3 DoF	1
6	Driver TB6600	3
7	Rơ le trung gian OMRON ORMCIT MY2N 24VDC	1
8	Terminal	3
9	Mạch giảm áp DC LM2596 3A	2

Mô hình mô phỏng hệ thống vẫn đáp ứng đủ nguyên lý và thuật toán điều khiển của hệ thống. Nhóm sử dụng động cơ và driver vẫn đáp ứng được thuật toán điều khiển xung/ hướng để xác định vị trí các khớp của robot. Ngoài ra, chương trình vẫn được viết trên PLC S7 – 1200 CPU 1214C DC/DC/DC đảm bảo chương trình lập trình sát với thực tế. Sơ đồ nối dây sử dụng trong tủ điện cũng được thực hiện theo đúng bản vẽ nguyên lý của cánh tay robot.

5.1.2. Cơ cấu gấp bao:



Hình 5.2 Cơ cấu gấp bao

Cơ cấu gấp bao là bộ phận đóng vai trò quan trọng trong việc kẹp, giữ và di chuyển bao PAC (Poly Aluminium Chloride) trong quy trình pha trộn hóa chất. Cơ cấu này được thiết kế dạng hai ngón gấp đối xứng, có khả năng mở ra – kẹp lại nhờ động cơ servo điều khiển thông qua mô-men xoắn phù hợp.

5.1.3. Cơ cấu cắt bao



Hình 5.3 Cơ cấu cắt bao

Cơ cấu cắt bao là bộ phận thực hiện thao tác mở bao PAC để giải phóng bột hóa chất vào bể chứa. Đây là giai đoạn quan trọng đảm bảo lượng hóa chất được đổ ra đúng thời điểm và đúng vị trí sau khi đã được kẹp và đưa đến.

Cơ cấu được thiết kế có lưỡi dao bên trong, hoạt động theo nguyên lý ma sát – cắt:

Cấu tạo chính:

- Lưỡi cắt: Gắn cố định bên trong thành ống, thiết kế vát sắc, được làm từ inox hoặc thép không gỉ.
- Vị trí dao cắt: Bố trí để khi bao được đẩy xuống, mép bao sẽ tiếp xúc với lưỡi dao, tạo ra vết rạch giúp hóa chất bên trong rơi xuống.

5.1.4. Toàn hệ thống:



Hình 5.4 Mô hình cả hệ thống

Mô hình đảm bảo đủ thành phần của hệ thống, bao gồm: cảm biến phát hiện vật và đếm, băng tải vận chuyển bao hóa chất, cánh tay robot thao tác gấp và mở bao, cơ cấu lưỡi dao cắt bao, tủ điện điều khiển. Mô hình được thực hiện theo tỉ lệ 1:50 so với thực tế. Mô tả lại nguyên lý làm việc của hệ thống thực tế.

5.2. Kết quả thực nghiệm

5.2.1. Mô tả quá trình thực nghiệm

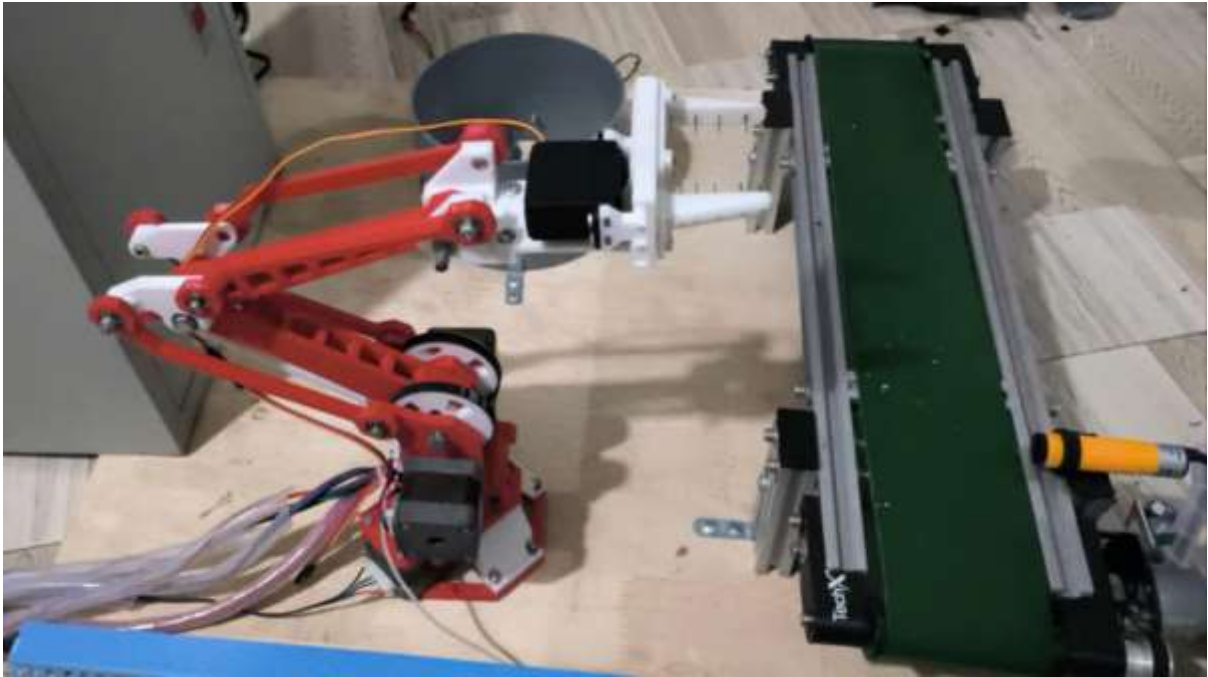
Hệ thống được lắp ráp và vận hành gồm các thành phần chính: một cánh tay robot 3 bậc tự do, cơ cấu gấp sử dụng động cơ servo điều khiển, một băng tải vận chuyển mẫu vật và hệ thống cảm biến phát hiện vật thể. Giao diện điều khiển được lập trình trên phần

mềm WinCC TIA Portal, cho phép người vận hành thực hiện các thao tác điều khiển: khởi động hệ thống, đưa robot về vị trí home, gấp vật, cắt bao, và đổ vật liệu vào thùng trộn.

Quá trình thực nghiệm được tiến hành qua 3 giai đoạn chính:

Robot ở trạng thái Home, sẵn sàng chờ vật đến

Trước khi khởi động hệ thống làm việc, cánh tay robot sẽ đưa về vị trí Home để chờ tín hiệu cảm biến.



Hình 5.5 Robot ở trạng thái Home

Khi cảm biến quang phát hiện vật, dừng băng tải và chuyển lệnh cho robot thực hiện thao tác gấp vật:

Sau khi nhập số lượng bao cần pha chế, băng tải chạy vận chuyển bao tới vị trí thao tác. Sao khi cảm biến phát hiện vật, số lượng đếm sẽ tăng lên 1 đơn vị và cánh tay robot bắt đầu hoạt động. Cánh tay robot di chuyển theo quỹ đạo đã lập trình, thực hiện thao tác gấp bao vật và giữ vật để di chuyển đến vị trí bể trộn.



Hình 5.6 Hệ thống phát hiện bao tải tại vị trí thao tác



Hình 5.7 Cánh tay robot gấp vật đưa đến bồn

Sau khi đưa đến đúng vị trí, robot thực hiện thao tác cắt bao và đổ vật liệu vào thùng trộn:

Cánh tay cho trượt bao qua lưỡi dao để cắt để bao, hóa chất trong bao đổ xuống bồn đúng vị trí mong muốn.



Hình 5.8 Hóa chất đổ vào bể khi được cắt

5.2.2. Đánh giá kết quả

Ưu điểm

Hệ thống hoạt động ổn định, cảm biến phát hiện vật đúng thời điểm, ít xảy ra sai lệch tín hiệu hay trễ trong quá trình truyền lệnh. Cơ cấu gấp hoạt động chính xác, đủ lực giữ bao, không xảy ra rơi vật trong suốt quá trình di chuyển. Quá trình cắt bao và đổ vật liệu diễn ra đúng yêu cầu, lượng vật liệu được đổ xuống đúng vị trí trong bể trộn, chứng tỏ độ chính xác của robot phù hợp với yêu cầu thực tế. Tóm lại, mô hình thực hiện đúng như thuật toán đề ra cho hệ thống.

Nhược điểm

Tuy hệ thống hoạt động đúng theo mong muốn, tuy nhiên vẫn còn một số nhược điểm như: chưa có hệ thống kiểm tra lỗi, nếu vật bị kẹt lệch, hoặc cảm biến phát hiện sai, hệ thống không có cơ chế tự hiệu chỉnh. Thời gian cho 1 chu kỳ gấp - cắt - đổ còn hơi dài, cơ cấu cắt bao còn nhiều hạn chế, hoá chất trong bao PAC được đổ xuống bể không hết hoàn toàn. Ngoài ra, vì tỉ lệ mô hình còn nhỏ hơn rất nhiều so với thực tế, cơ cấu cơ khí vẫn chưa được đảm bảo về độ chính xác.

KẾT LUẬN

Kết luận

Qua thời gian nghiên cứu đề tài, nhóm đã đạt được một số kết quả nhất định trong việc nghiên cứu để thiết kế quá trình tự động hóa cho công ty. Bằng việc khảo sát thực trạng, số liệu kích thước khu pha chế, quy trình pha chế hóa chất PAC tại nhà máy, nhóm chúng em đã xác định được vấn đề cần giải quyết.

Từ đó, nhóm chúng em đã đề xuất hệ thống tự động hóa dựa trên công nghệ robot và sử dụng PLC để thiết lập chương trình điều khiển nhằm đáp ứng các yêu cầu trong công nghiệp. Hệ thống kiểm soát được số lượng bao hóa chất cần pha cũng như tự động quá trình pha.

Việc áp dụng giải pháp giúp nâng cao được hiệu suất làm việc, giảm nhân công. Đặc biệt, yếu tố an toàn về sức khỏe người lao động cũng được bao đảm.

Hướng phát triển

Mô hình hiện tại đã đáp ứng được các yêu cầu tương đối của quá trình. Tuy nhiên, quá trình gấp vật vẫn còn bị hạn chế vì tay gấp có hướng gấp cố định và quá trình cần phải dừng để thực hiện. Do đó, hướng phát triển sẽ khắc phục những vấn đề này bằng cách thêm 1 bậc tự do ở cơ cấu cuối và tích hợp thị giác máy để robot có thể xác định tọa độ gấp bao tải mà không cần dừng băng tải cũng như gấp bao tải ở hướng bất kỳ. Ngoài ra, tiếp tục nghiên cứu để triển khai thi công cơ khí thực tế để kiểm tra tính đúng đắn của hệ thống.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Phạm Đăng Phước, Robot công nghiệp, Nhà xuất bản xây dựng Hà Nội, 2007.
- [2] Panasonic Industry, “AC Servo Motor & Driver – MINAS A6 FAMILY”, Panasonic, Technical Catalog, 2023
- [3] Live Free , Learn engineering CALCULATING “motor size and torque” using math to SAVE TIME, youtube, 17/3/2020.[Online]. Truy cập tại :
<http://www.youtube.com/watch?v=TTSdRx7I6Zs&t=19s>
- [4] Điền Minh, Tính toán động học thuận-nghịch 3DOF,4DOF,6DOF từ A-Z, youtube ,16/05/2023. [Online]. Truy cập tại : [http://www.youtube.com/watch?v=SeQF19BDiHg &t=19](http://www.youtube.com/watch?v=SeQF19BDiHg&t=19)
- [5] Siemens, Hướng dẫn sử dụng biến tần SINAMICS V20, Tài liệu kỹ thuật (PDF nội bộ), 2023
- [6] Siemens, Datasheet – SINAMIC S7-1200 CPU 1214C, mã 6ES7214-1AG40-0XB0, Tài liệu PDF nội bộ, Version V4.7, 2023.

PHỤ LỤC 1

Thông số của dây belt băng tải PVC

Material		Friction Coefficient (Ref. Against Polished Steel)		Thickness mm	Unit Mass kg/m ²
Surface	Back	Front	Back		
Polyurethane	Polyester	0.2	0.1	0.9	1
Polyurethane	Polyester	0.15	0.1	0.9	1
Polyurethane	Polyester	0.8	0.2	0.8	0.7
Thermoplastic Polyurethane	Polyester Canvas	0.6	0.2	1.7	1.9
Thermoplastic Polyurethane	Polyester Canvas	0.6	0.2	1.4	1.3
Thermoplastic Polyurethane	Polyester Canvas	0.6	0.2	1.4	1.5
PVC	Polyester Canvas	1.0	0.2	2.1	2.3
PVC	Polyester Canvas	1.0	0.2	2.1	2.3
PVC	Polyester Canvas	1.0	0.2	5.0	5.7
PVC	Polyester Canvas	1.0	0.2	5.0	5.7
PVC	Polyester Canvas	1.0	0.2	3.6	4.1

Thông số động cơ MHMF152L1G5

Item	Specifications
Part Number	MHMF152L1G5
Product details	High inertia, Connector type
Family Name	MINAS A6
Series	MHMF Series
Type	High inertia
Protection class	IP67
About Enclosure	Except rotating portion of output shaft and connecting pin part of the motor connector and the encoder connector.
Environmental Conditions	For more details, please refer to the instruction manual.
Flange sq. dimension	130 mm sq.
Flange size (mm)	130
Motor lead-out configuration	Connector
Motor encoder connector	Motor connector: JL10, Encoder connector: Small size JN2
Power supply capacity (kVA)	2.9
Voltage specifications (V)	200
Rated output (W)	1500
Rated current (A rms)	8.0
Holding brake	without
Mass (kg)	7.7
Oil seal	with

PHỤ LỤC VÀ BẢN VẼ HỆ THỐNG

Chương trình PLC

Totally Integrated Automation Portal

Project3 / PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Program blocks

Main [OB1]

Main Properties

General

Name	Main	Number	1	Type	OB	Language	LAD
Numbering	Automatic						

Information

Title	"Main Program Sweep (Cycle)"	Author		Comment		Family	
Version	0.1	User-defined ID					

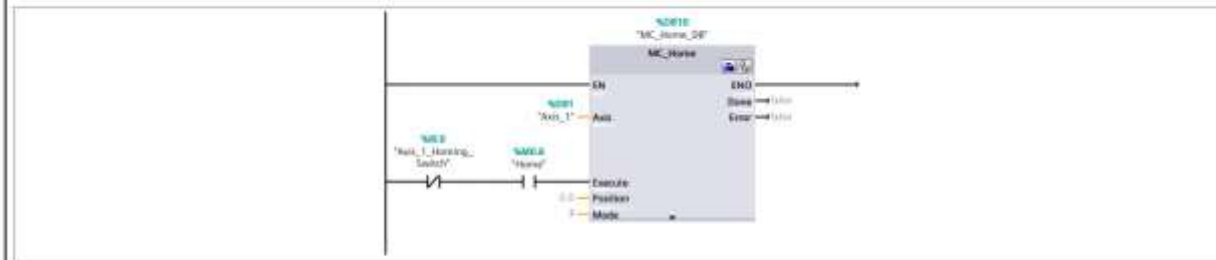
Main

Name	Data type	Default value	Comment
▼ Input			
Initial_Call	Bool		Initial call of this OB
Remanence	Bool		=True, if remanent data are available
Temp			
Constant			

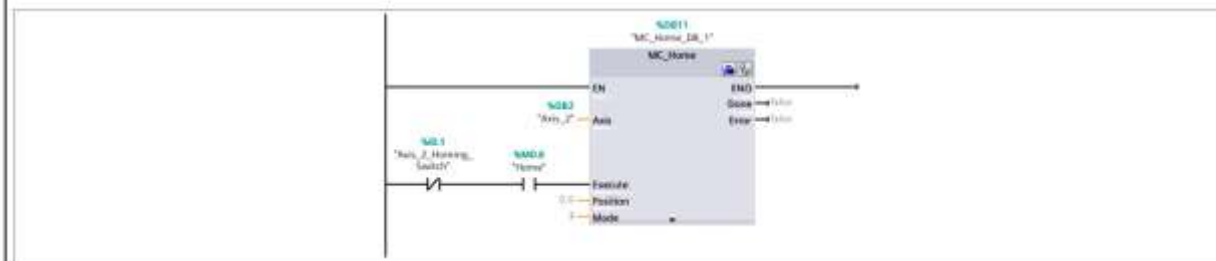
Network 1: Cấp nguồn cho động cơ

```
graph LR; S04[S04  
"POWER_ON"] --- D0[D0  
"POWER"]
```

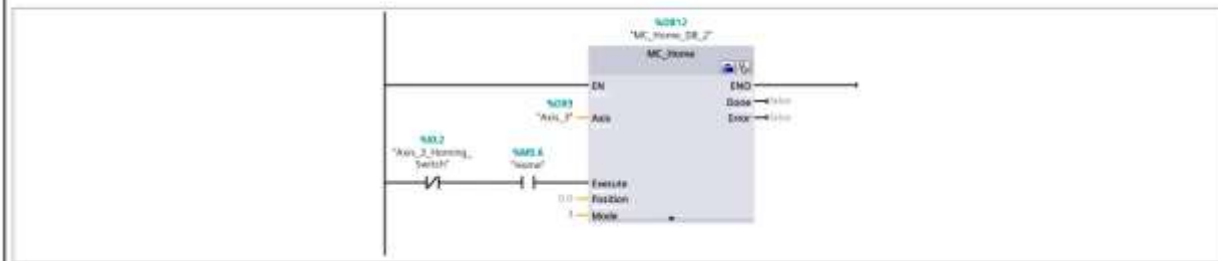
Network 2:



Network 3:



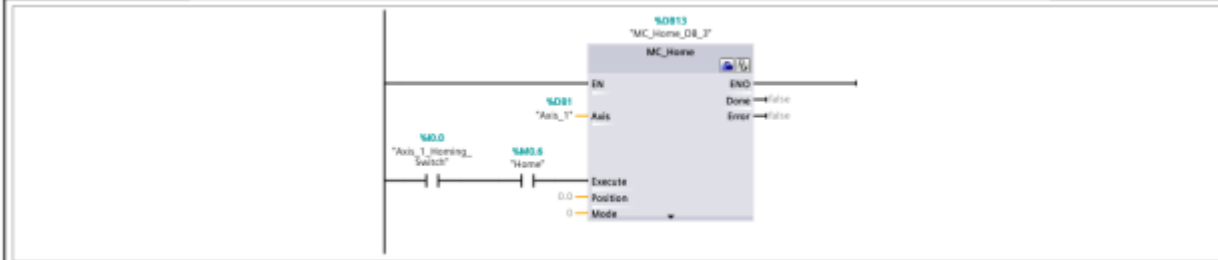
Network 4:



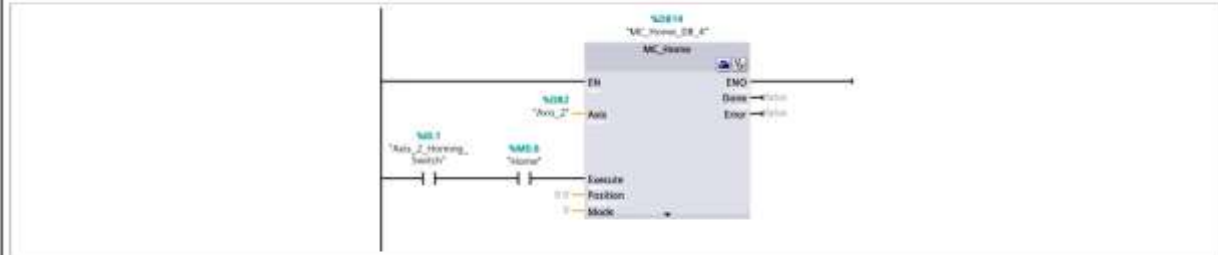
Network 5:

--	--	--

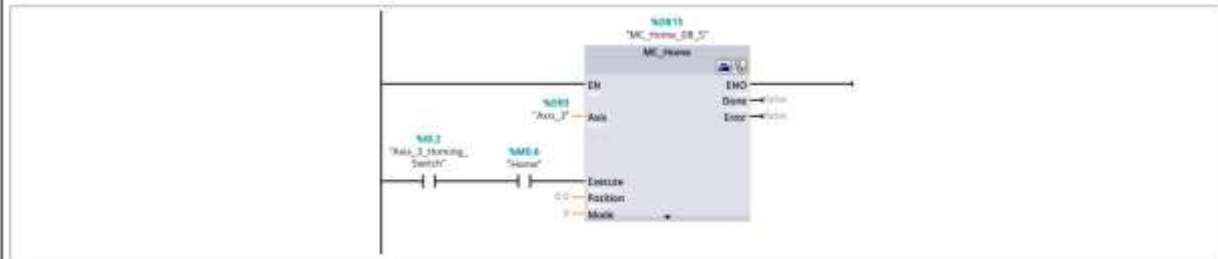
Totally Integrated
Automation Portal



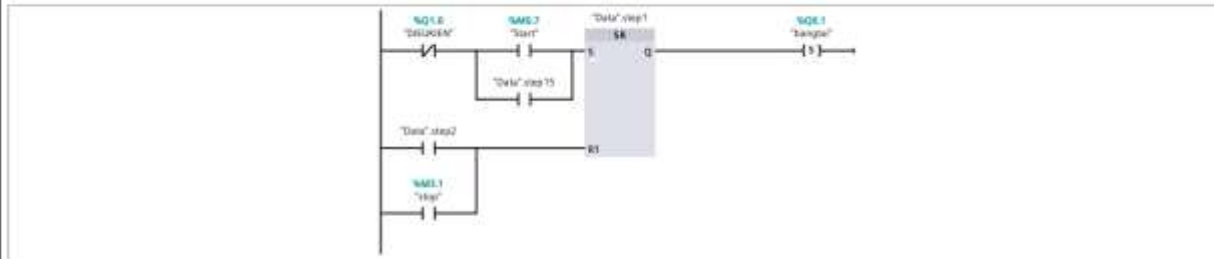
Network 6:



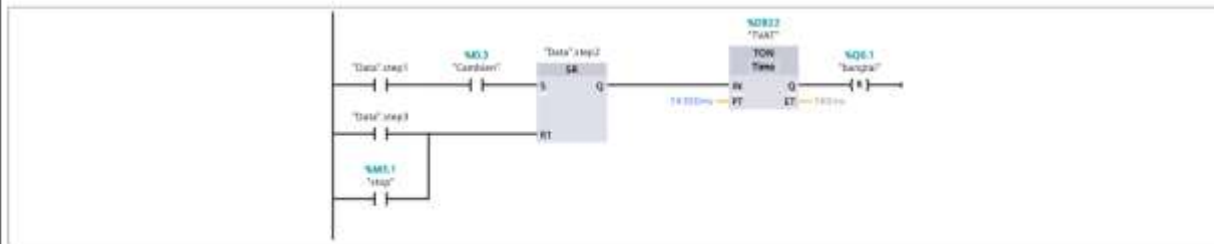
Network 7:



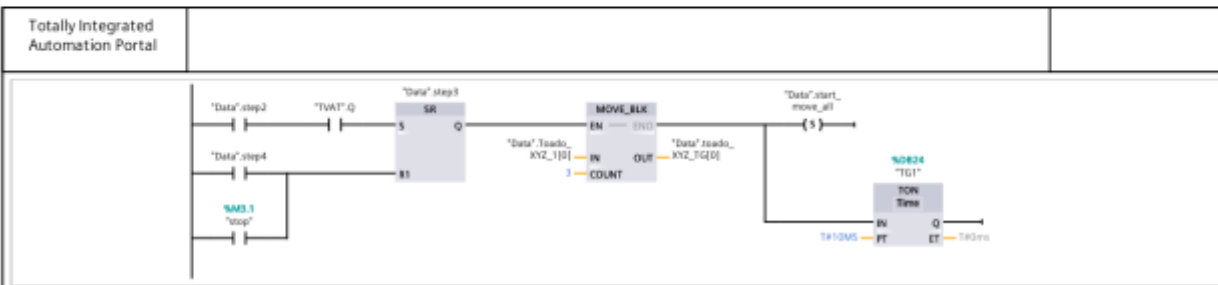
Network 8:



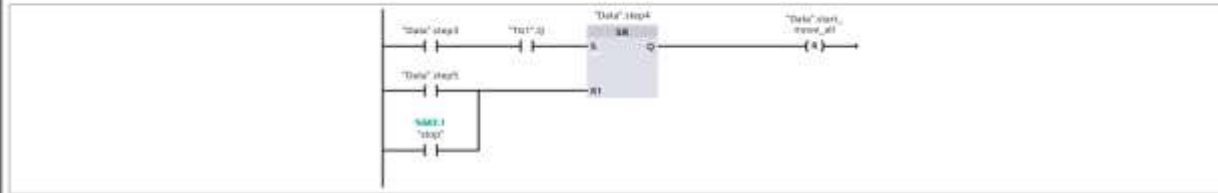
Network 9:



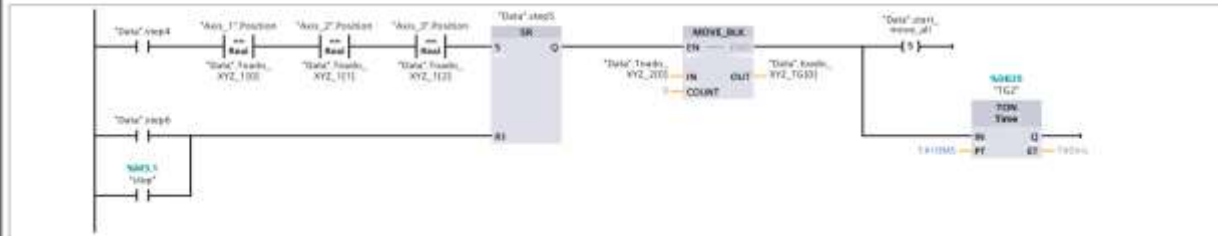
Network 10:



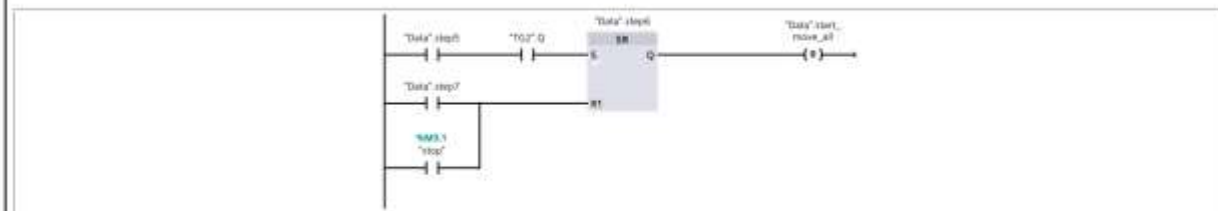
Network 11:



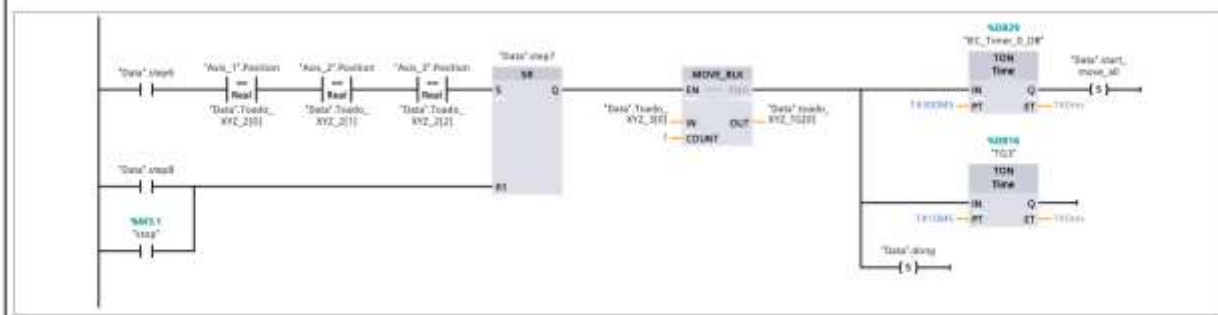
Network 12:



Network 13:

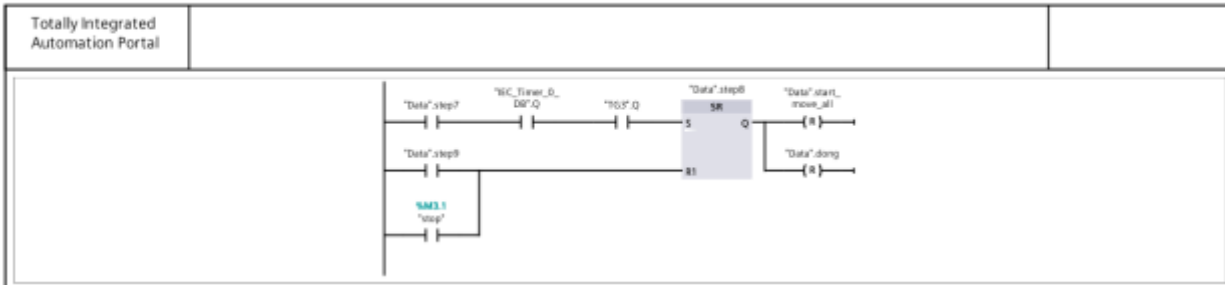


Network 14:

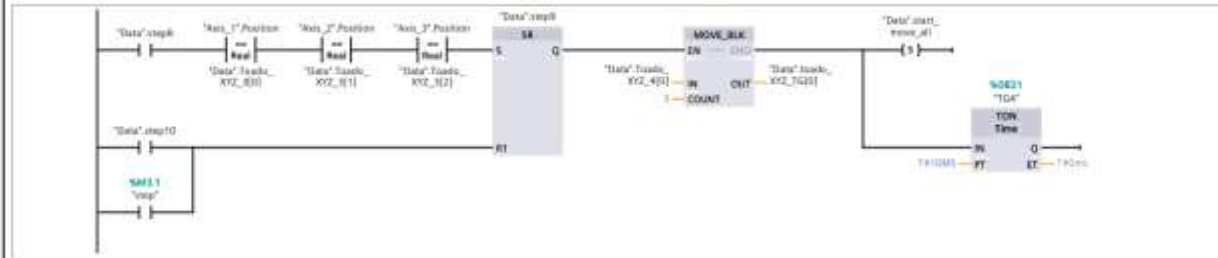


Network 15:

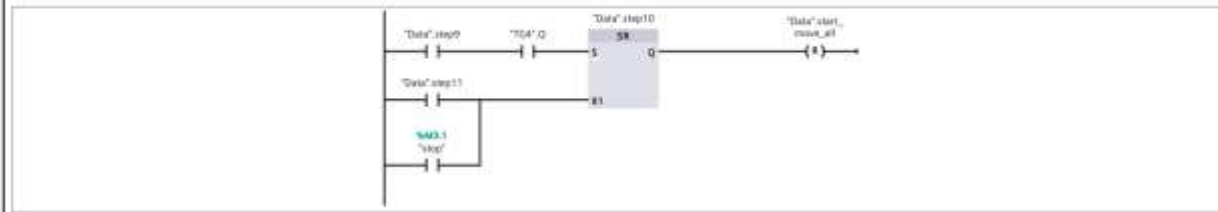
--	--	--



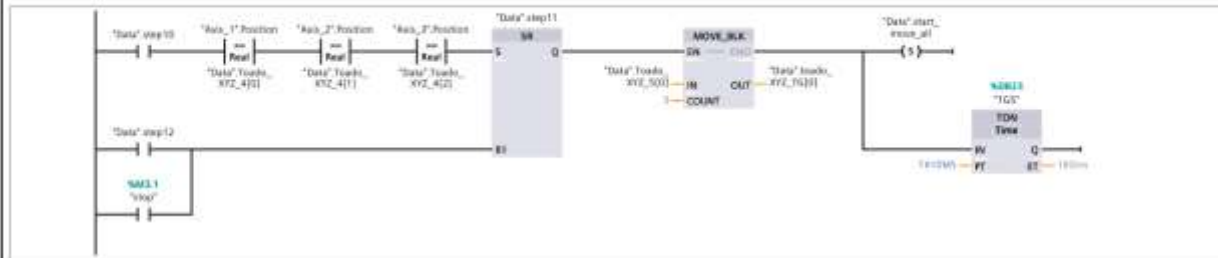
Network 16:



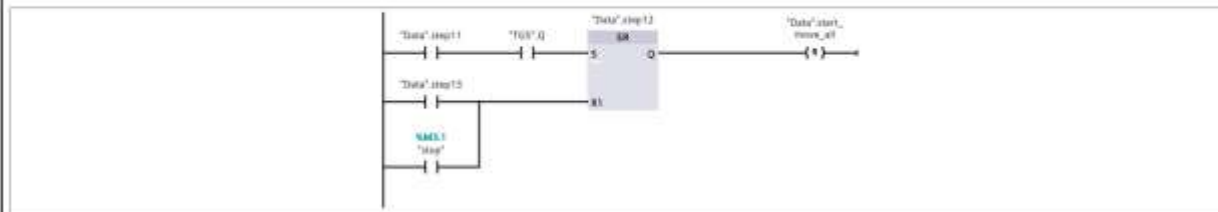
Network 17:



Network 18:

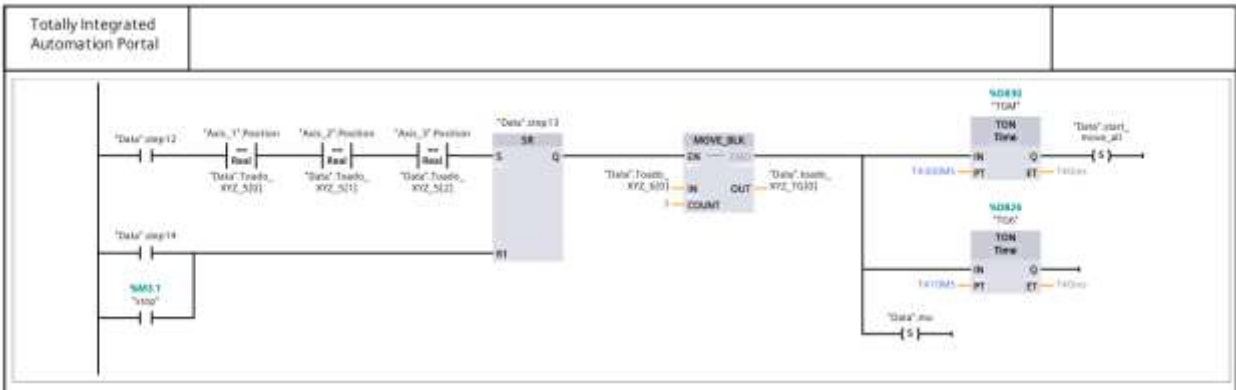


Network 19:

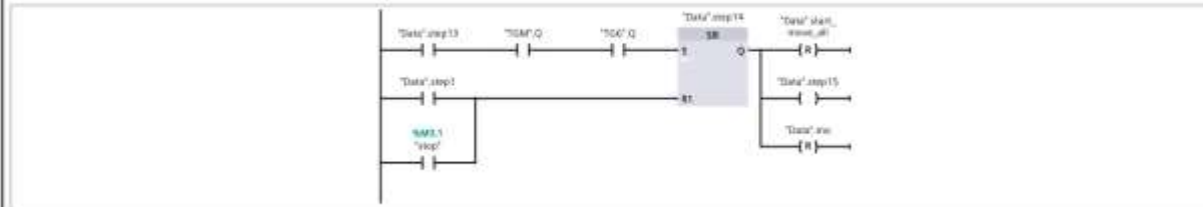


Network 20:

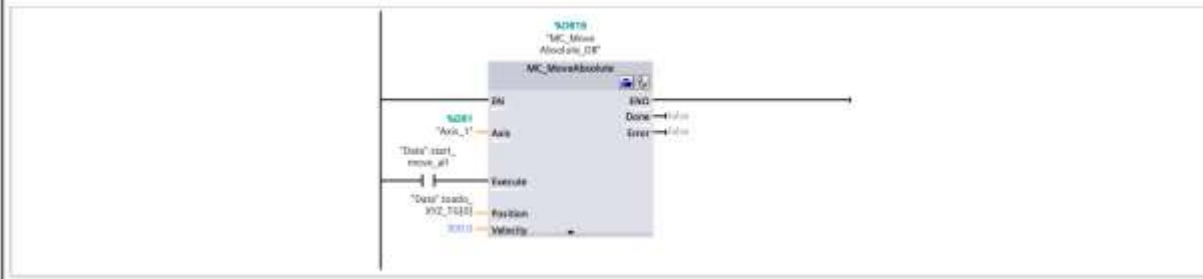
--	--



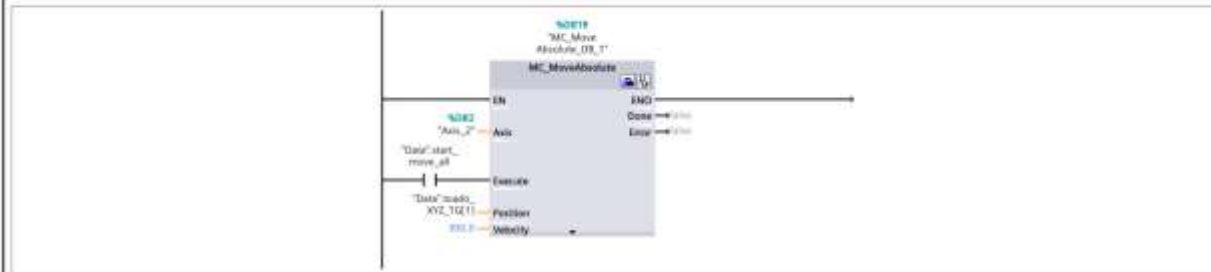
Network 21:



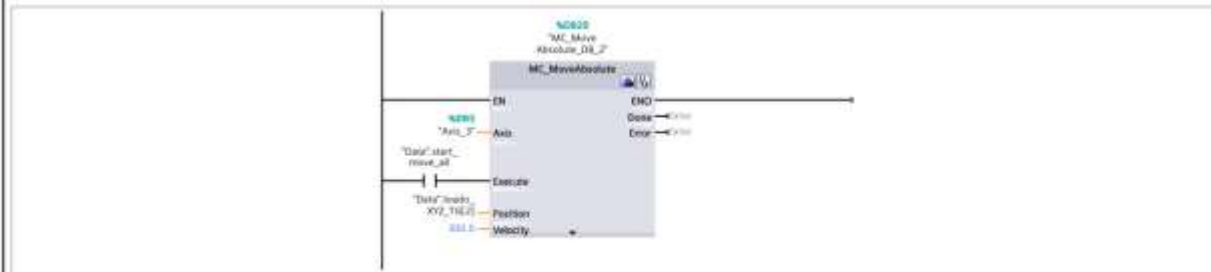
Network 22:



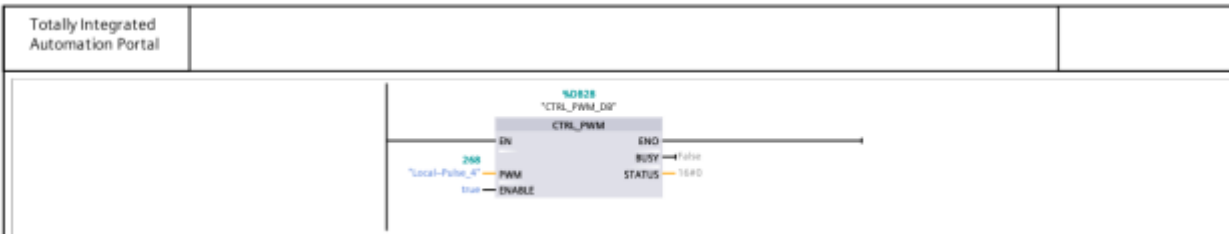
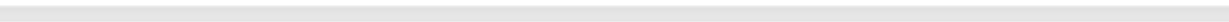
Network 23:



Network 24:



Network 25:



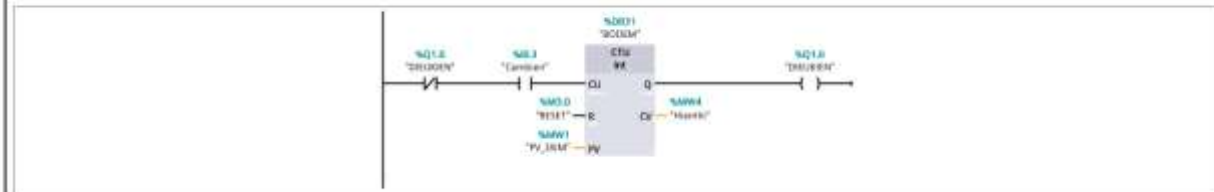
Network 26:



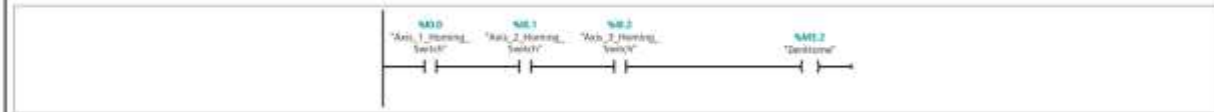
Network 27:



Network 28:



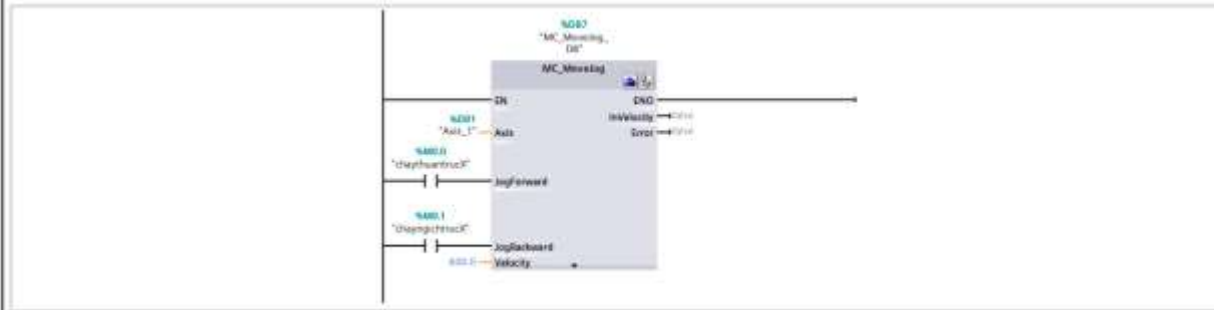
Network 29:



Network 30:



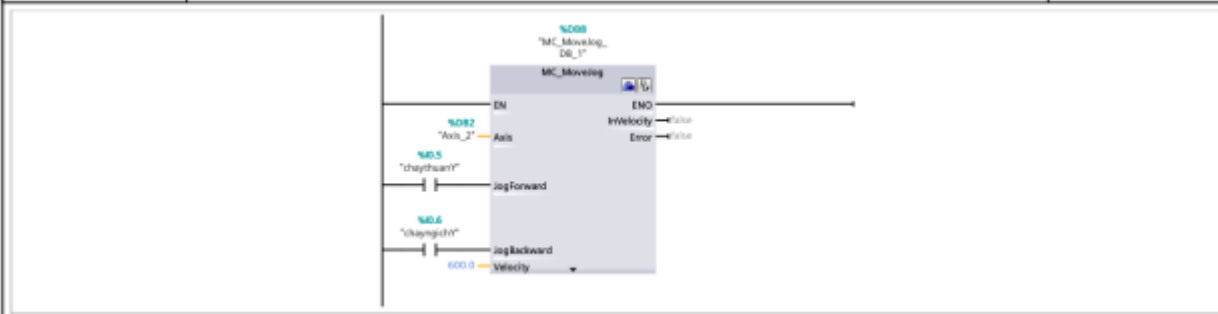
Network 31:



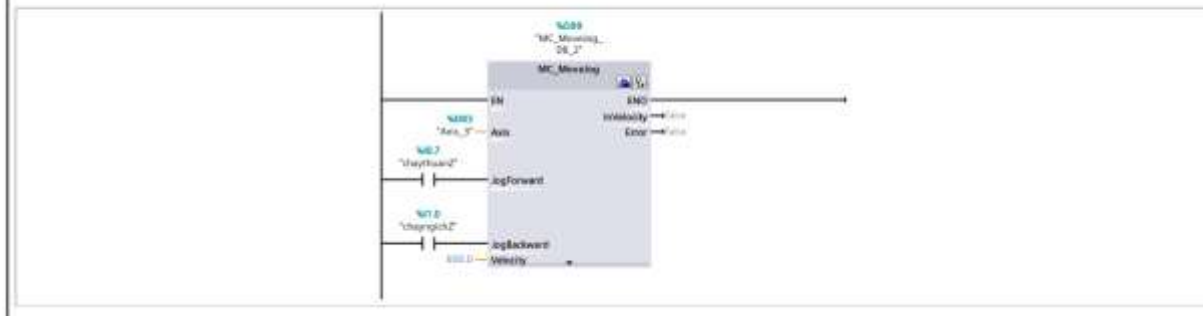
Network 32:



Totally Integrated Automation Portal



Network 33:

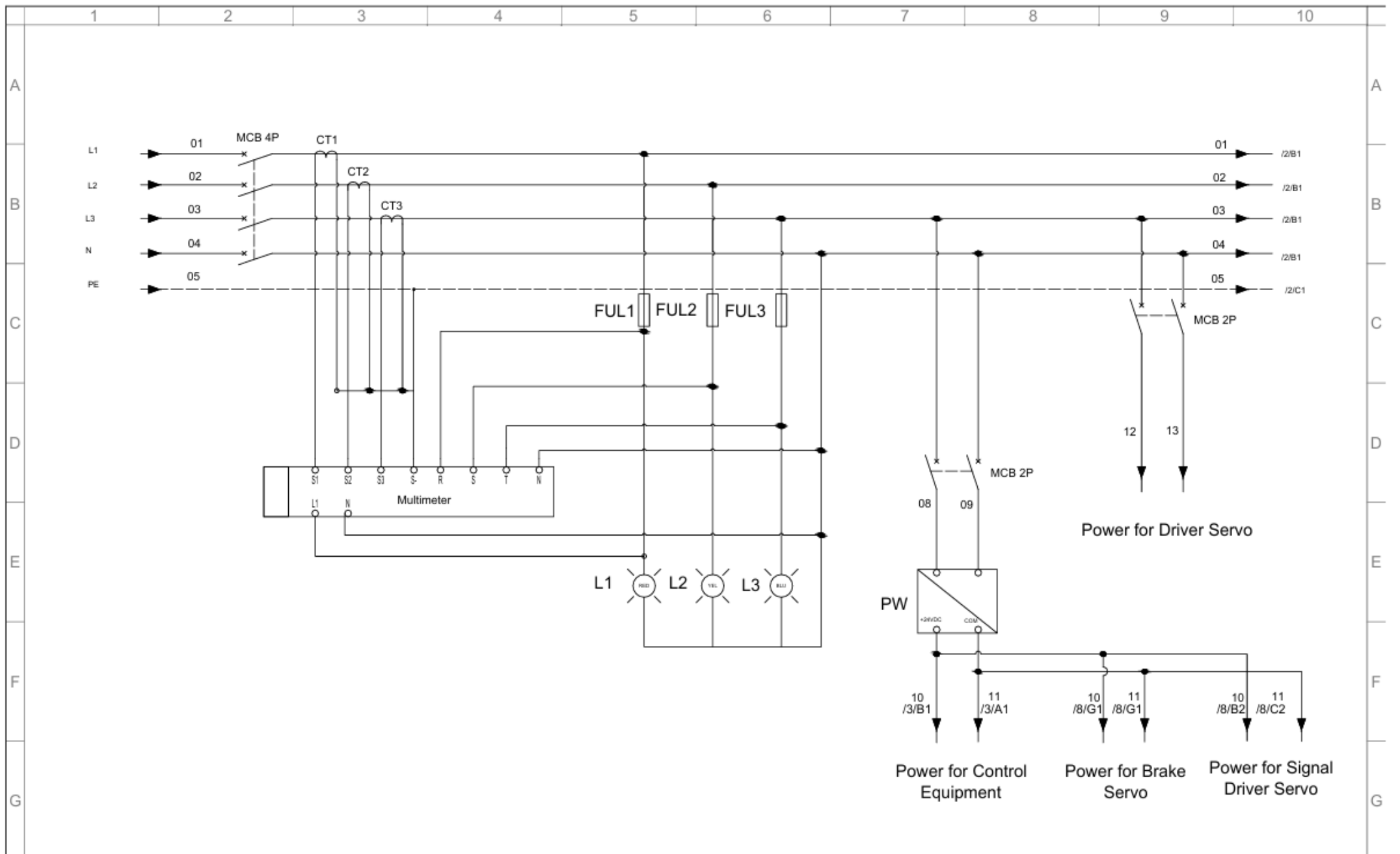


TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA ĐIỆN - BỘ MÔN TỰ ĐỘNG HÓA

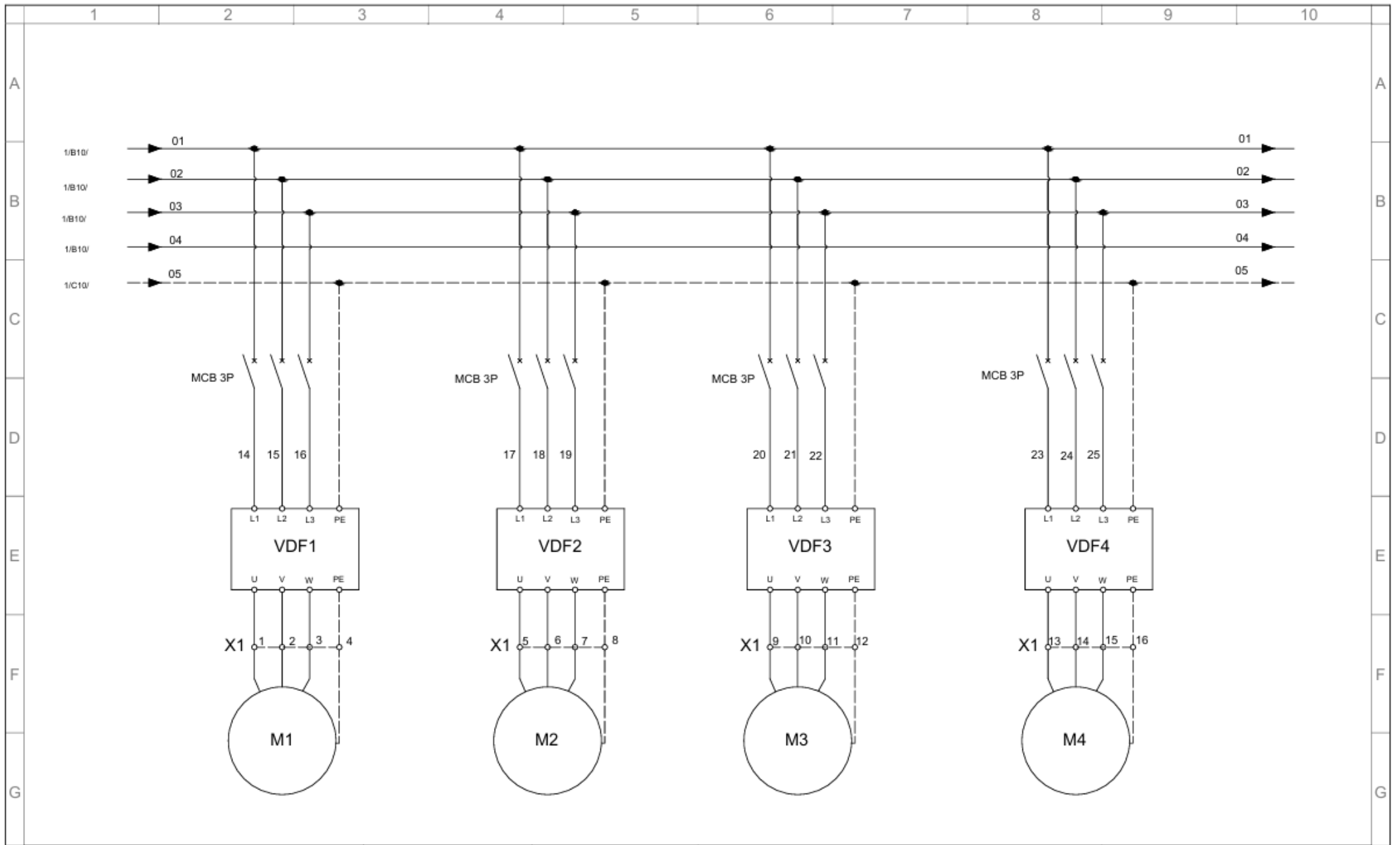
BẢN VẼ THIẾT KẾ

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP : THIẾT KẾ ROBOT PHA CHẾ DUNG
DỊCH PAC TỰ ĐỘNG TẠI NHÀ MÁY
NƯỚC CẦU ĐỎ

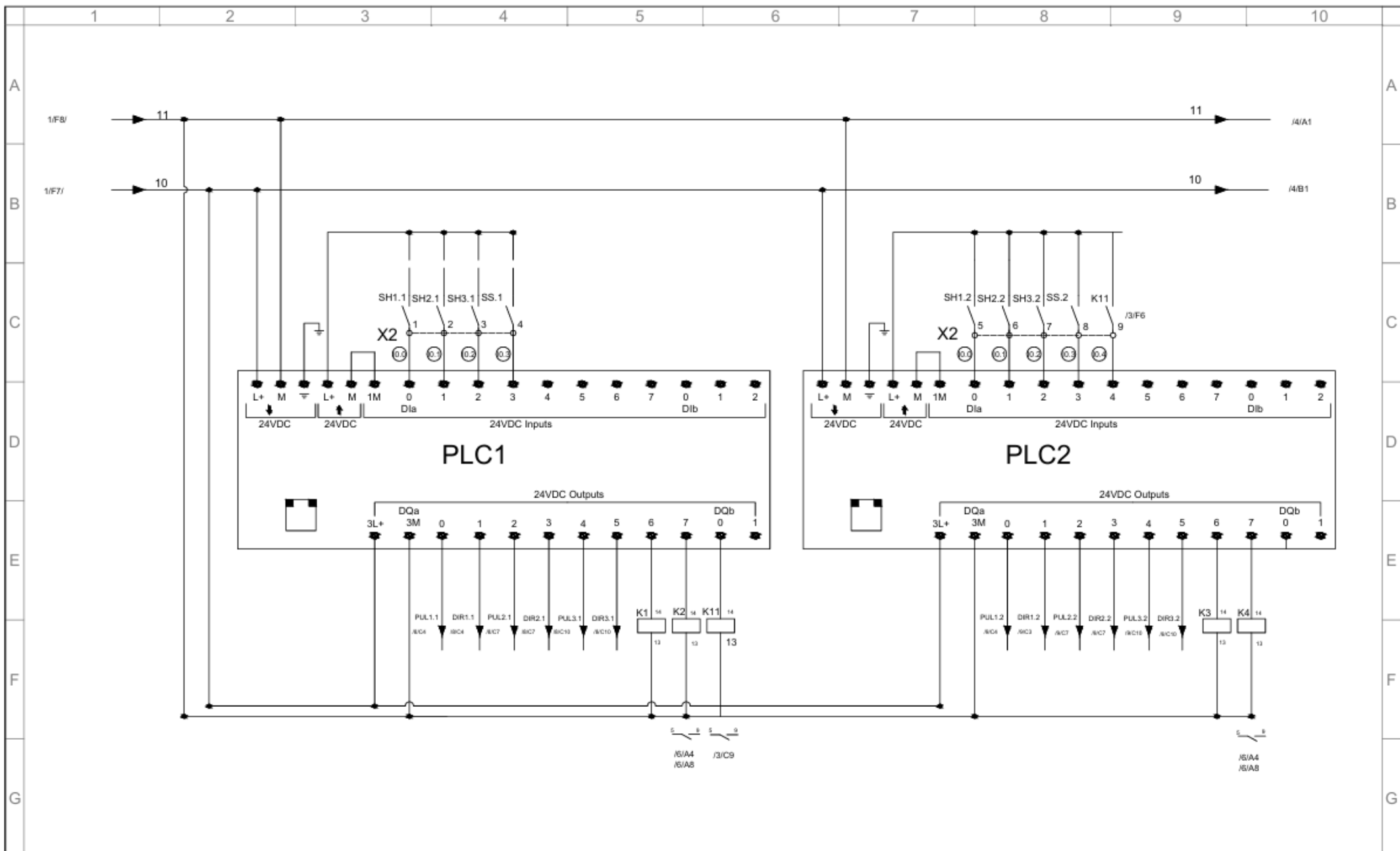
ĐÀ NẴNG, THÁNG 05 NĂM 2025



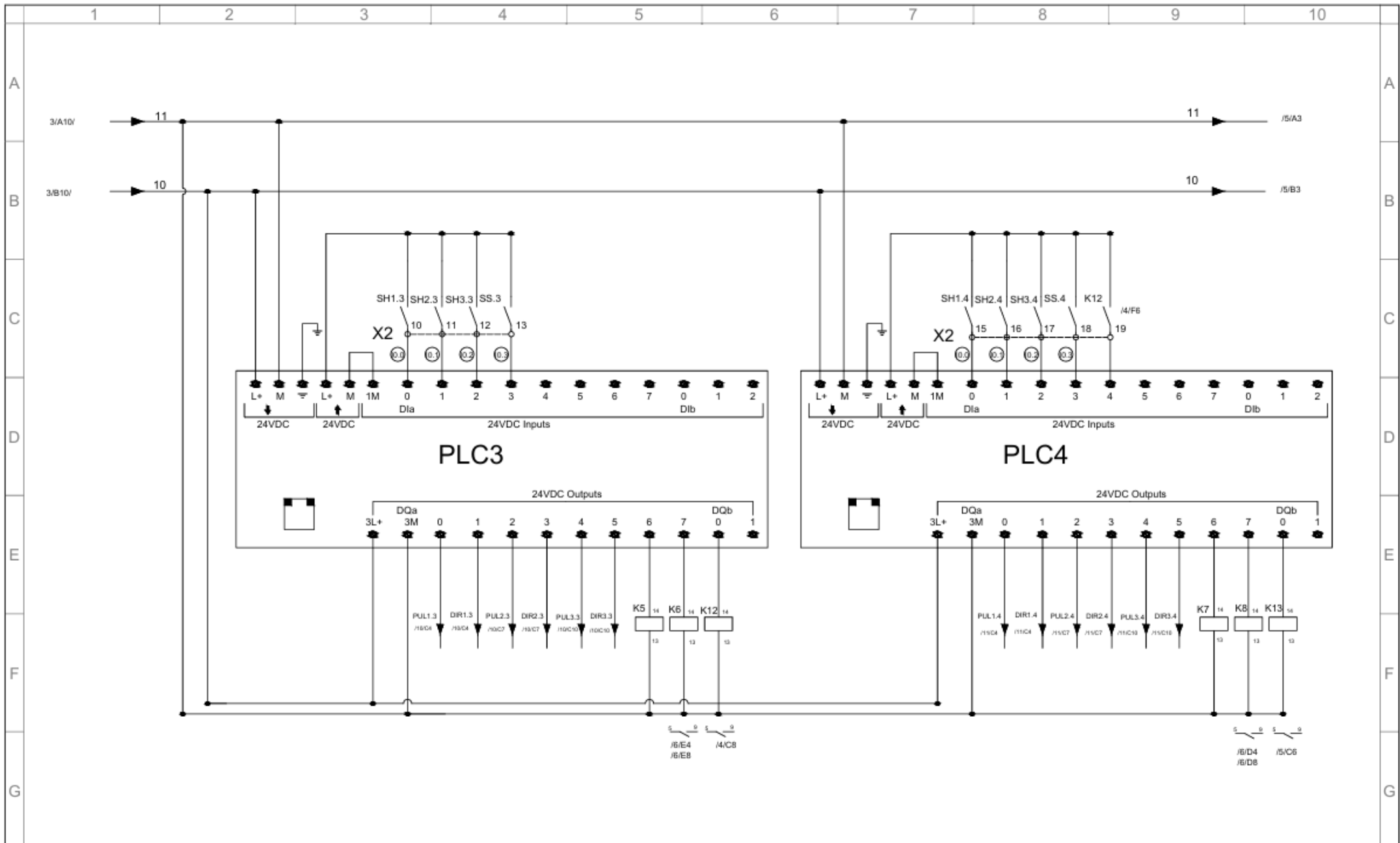
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA KHOA ĐIỆN - BỘ MÔN TỰ ĐỘNG HÓA	GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN	TS. TRẦN THÁI ANH ẬU	ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP	BẢN VẼ THIẾT KẾ:
	KỸ SƯ HƯỚNG DẪN	KS. NGUYỄN HỒ TẤN MINH		
	NGƯỜI VẼ 1	NGUYỄN HOÀNG MINH		
	NGƯỜI VẼ 2	BÙI VĂN BÌNH		
	ĐỀ TÀI: THIẾT KẾ ROBOT PHA CHẾ DUNG DỊCH PAC TỰ ĐỘNG TẠI NHÀ MÁY NƯỚC CẦU ĐỒ		MẠCH PHÂN PHỐI ĐỘNG LỰC	
				BV SỐ: 1



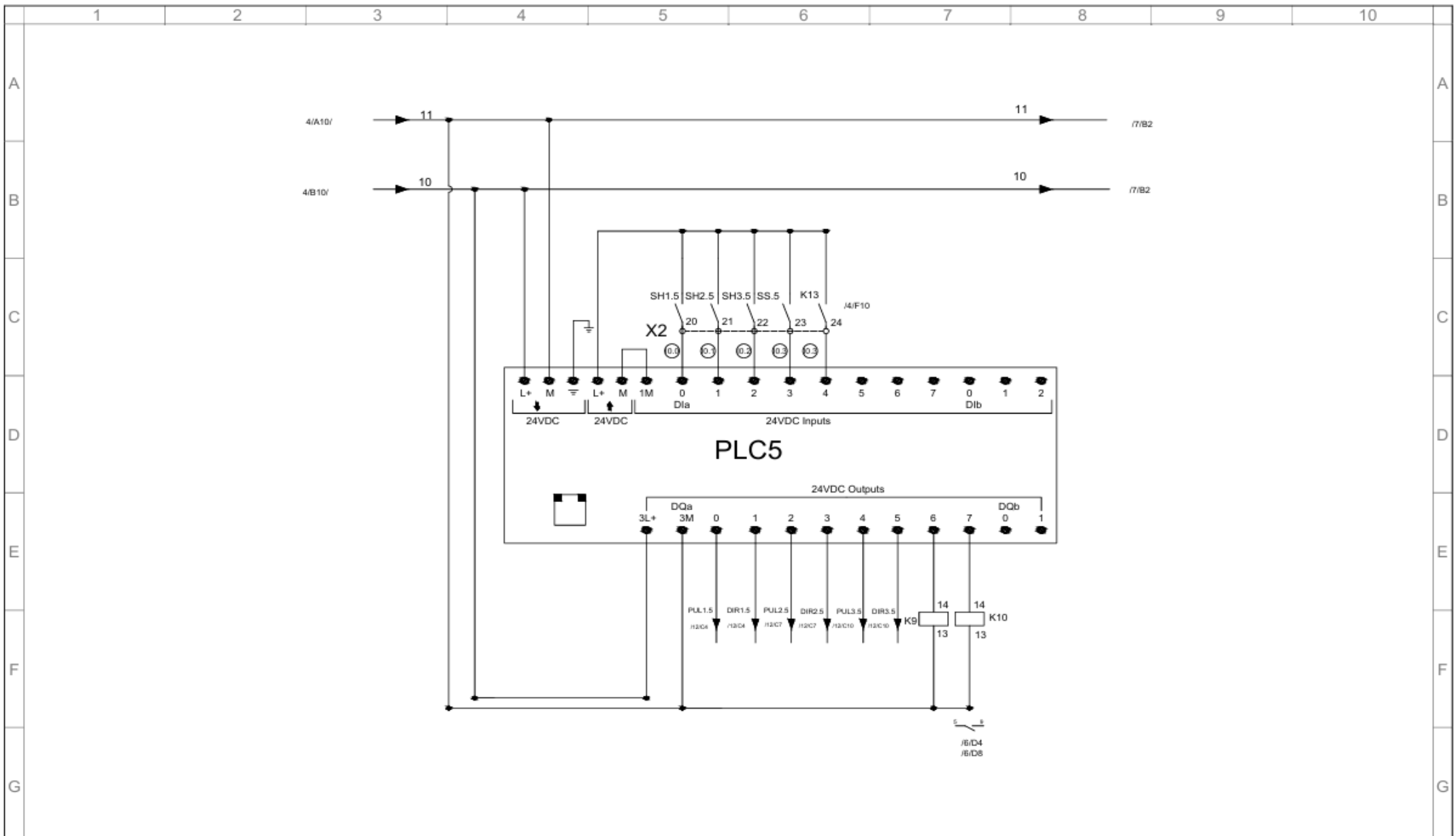
H	TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA KHOA ĐIỆN - BỘ MÔN TỰ ĐỘNG HÓA		GIÁNG VIÊN HƯỚNG DẪN	TS. TRẦN THÁI ANH ẬU	ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐỀ TÀI: THIẾT KẾ ROBOT PHA CHẾ DUNG DỊCH PAC TỰ ĐỘNG TẠI NHÀ MÁY NƯỚC CẦU ĐỒ			BẢN VẼ THIẾT KẾ: MẠCH ĐỘNG LỰC ĐẦU NỘI BIẾN TẦN	
			KỸ SƯ HƯỚNG DẪN	KS. NGUYỄN HỒ TẤN MINH					
			NGƯỜI VẼ 1	NGUYỄN HOÀNG MINH					
			NGƯỜI VẼ 2	BÙI VĂN BÌNH					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10



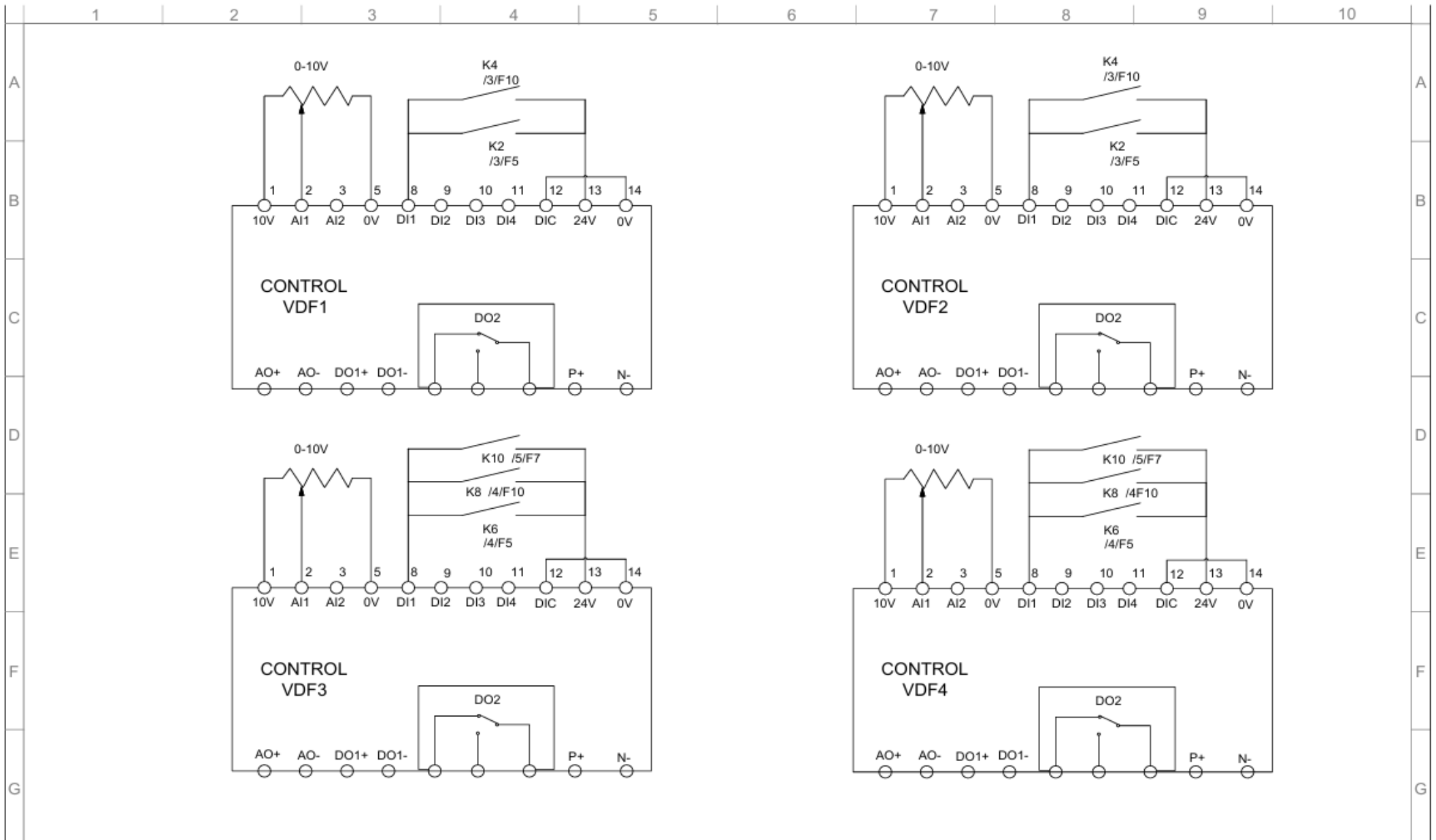
H	TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA KHOA ĐIỆN - BỘ MÔN TỰ ĐỘNG HÓA		GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN	TS. TRẦN THÁI ANH ẬU	ĐỀ ÁN TỐT NGHIỆP	BẢN VẼ THIẾT KẾ:
			KỸ SƯ HƯỚNG DẪN	KS. NGUYỄN HỒ TẤN MINH		
			NGƯỜI VẼ 1	NGUYỄN HOÀNG MINH		
			NGƯỜI VẼ 2	BÙI VĂN BÌNH		
				ĐỀ TÀI: THIẾT KẾ ROBOT PHA CHẾ DUNG DỊCH PAC TỰ ĐỘNG TẠI NHÀ MÁY NƯỚC CẦU ĐỒ	SƠ ĐỒ ĐẦU DÂY ĐẦU VÀO/ ĐẦU RA PLC	
					BV SỐ: 3	



H	TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA KHOA ĐIỆN - BỘ MÔN TỰ ĐỘNG HÓA		GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN	TS. TRẦN THÁI ANH ẬU	ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐỀ TÀI: THIẾT KẾ ROBOT PHA CHẾ DUNG DỊCH PAC TỰ ĐỘNG TẠI NHÀ MÁY NƯỚC CẦU ĐỒ			BẢN VẼ THIẾT KẾ:	
			KỸ SƯ HƯỚNG DẪN	KS. NGUYỄN HỒ TẤN MINH				SƠ ĐỒ ĐẦU DÂY ĐẦU VÀO/ ĐẦU RA PLC	
			NGƯỜI VẼ 1	NGUYỄN HOÀNG MINH					
			NGƯỜI VẼ 2	BÙI VĂN BÌNH					
							BV SỐ: 4		

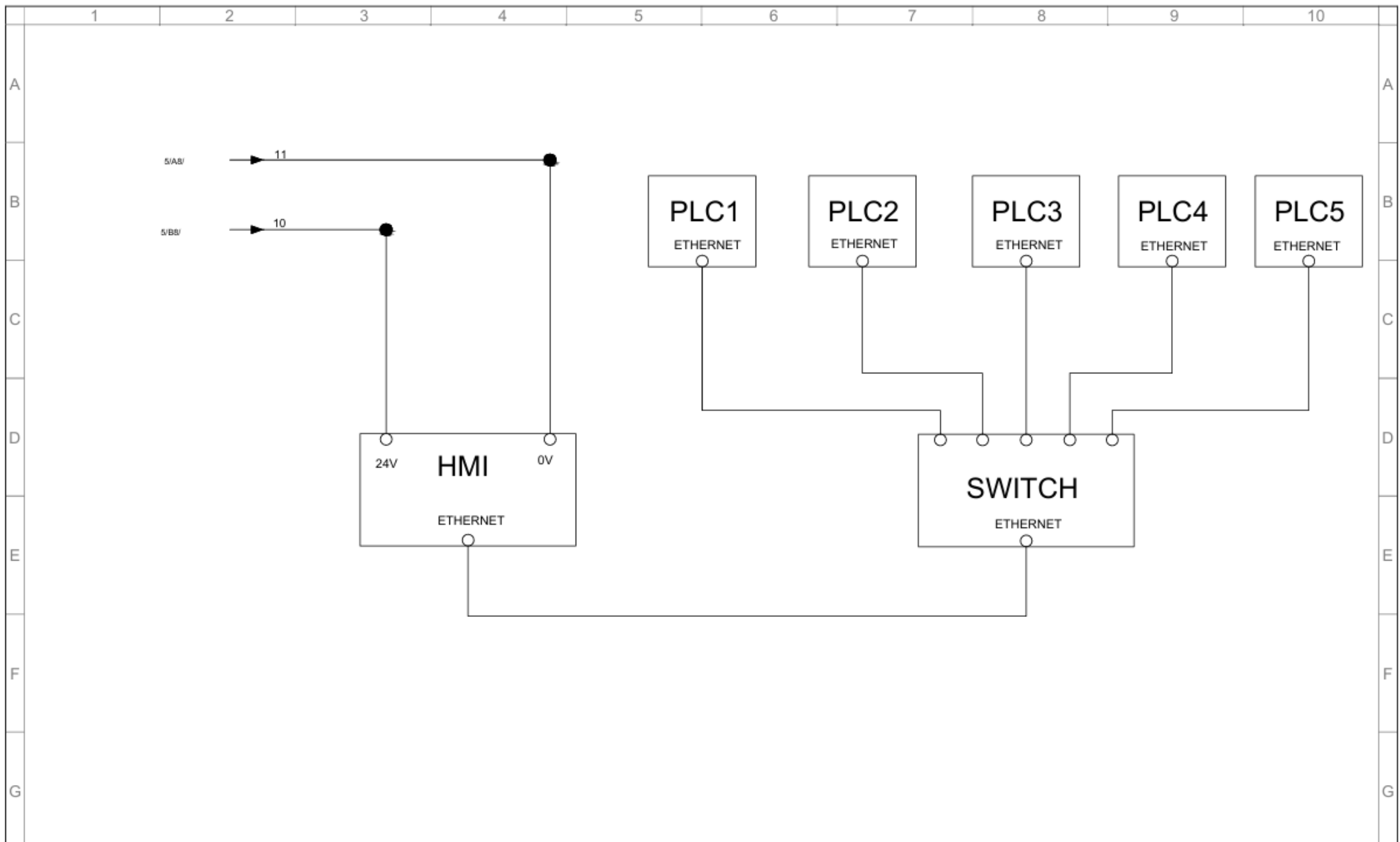


H	TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA KHOA ĐIỆN - BỘ MÔN TỰ ĐỘNG HÓA		GIÁNG VIÊN HƯỚNG DẪN	TS. TRẦN THÁI ANH ẬU	ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP			BẢN VẼ THIẾT KẾ: SƠ ĐỒ ĐẦU DÂY ĐẦU VÀO/ ĐẦU RA PLC	
			KỸ SƯ HƯỚNG DẪN	KS. NGUYỄN HỒ TẤN MINH					
			NGƯỜI VẼ 1	NGUYỄN HOÀNG MINH					
			NGƯỜI VẼ 2	BÙI VĂN BÌNH					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10



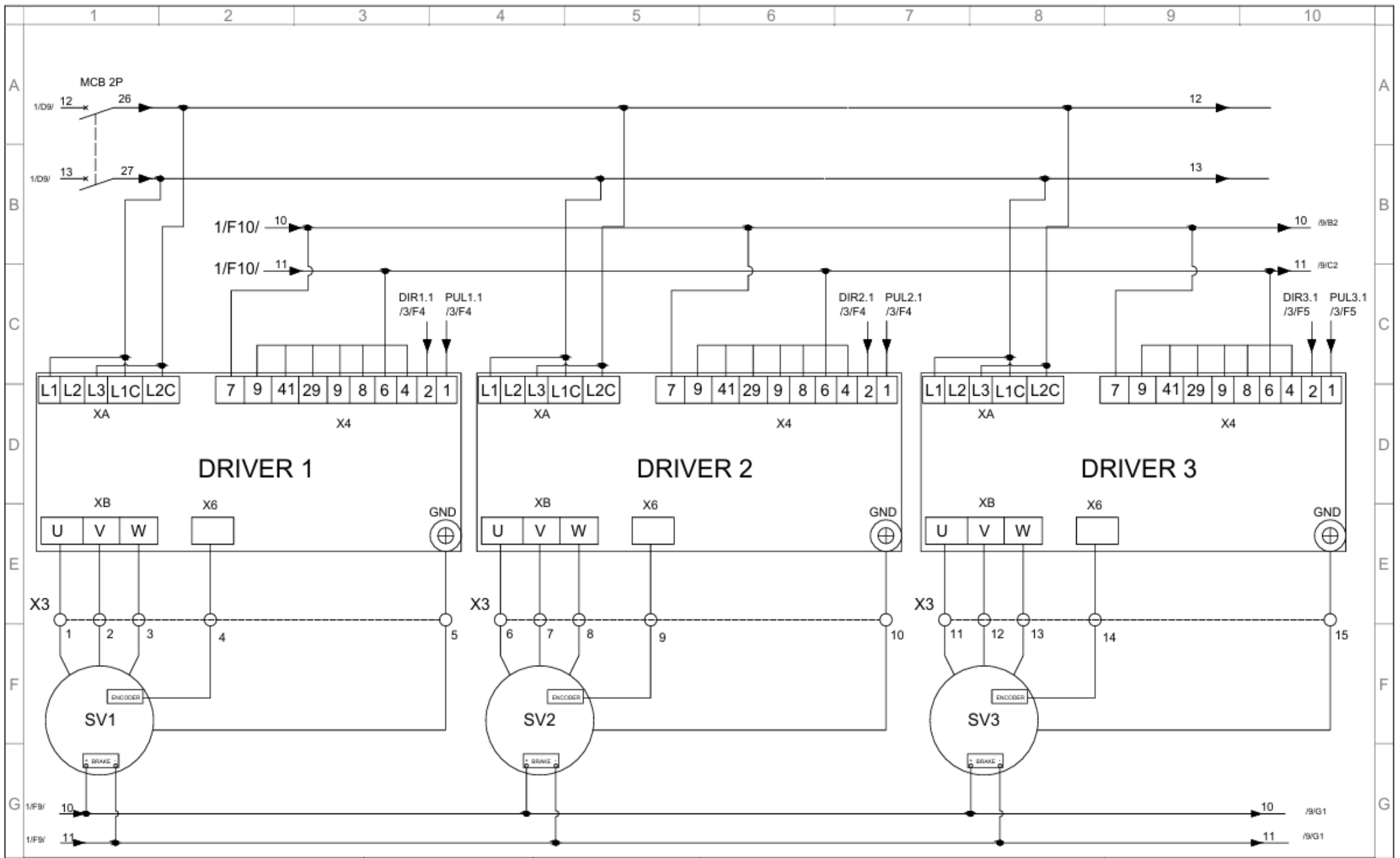
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA KHOA ĐIỆN - BỘ MÔN TỰ ĐỘNG HÓA	GIÁNG VIÊN HƯỚNG DẪN	TS. TRẦN THÁI ANH ẬU	ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐỀ TÀI: THIẾT KẾ ROBOT PHA CHẾ DUNG DỊCH PAC TỰ ĐỘNG TẠI NHÀ MÁY NƯỚC CẦU ĐỎ	BẢN VẼ THIẾT KẾ: SƠ ĐỒ ĐẦU DÂY MẠCH ĐIỀU KHIỂN BIẾN TẦN					
	KỸ SƯ HƯỚNG DẪN	KS. NGUYỄN HỒ TẤN MINH							
	NGƯỜI VẼ 1	NGUYỄN HOÀNG MINH							
	NGƯỜI VẼ 2	BÙI VĂN BÌNH							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

BV SỐ 6

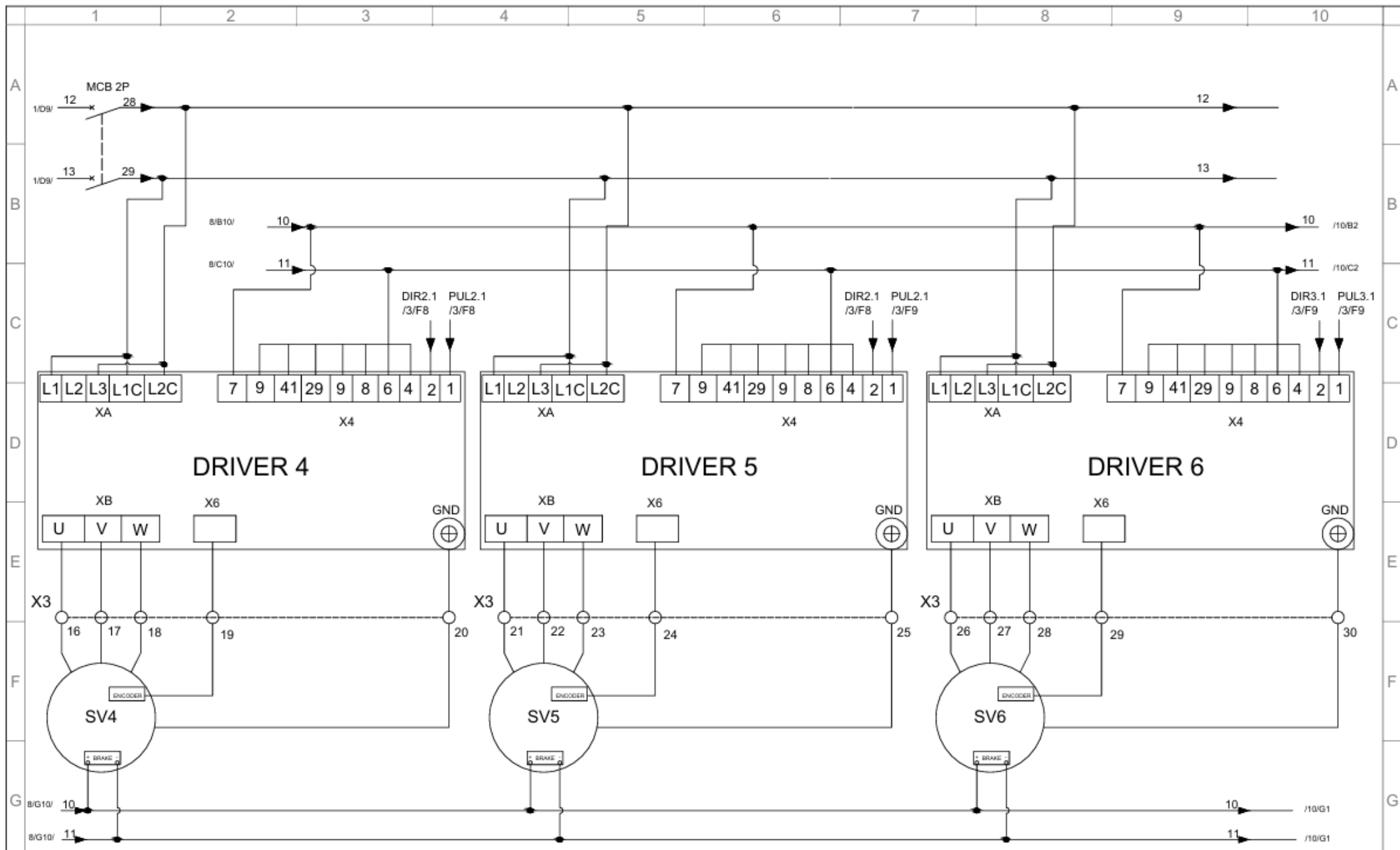


H	TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA KHOA ĐIỆN - BỘ MÔN TỰ ĐỘNG HÓA		GIÁNG VIÊN HƯỚNG DẪN	TS. TRẦN THÁI ANH ẬU	ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐỀ TÀI: THIẾT KẾ ROBOT PHA CHẾ DUNG DỊCH PAC TỰ ĐỘNG TẠI NHÀ MÁY NƯỚC CẦU ĐÓ			BẢN VẼ THIẾT KẾ: SƠ ĐỒ NỐI DÂY HMI	
			KỸ SƯ HƯỚNG DẪN	KS. NGUYỄN HỒ TẤN MINH					
			NGƯỜI VẼ 1	NGUYỄN HOÀNG MINH					
			NGƯỜI VẼ 2	BÙI VĂN BÌNH					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

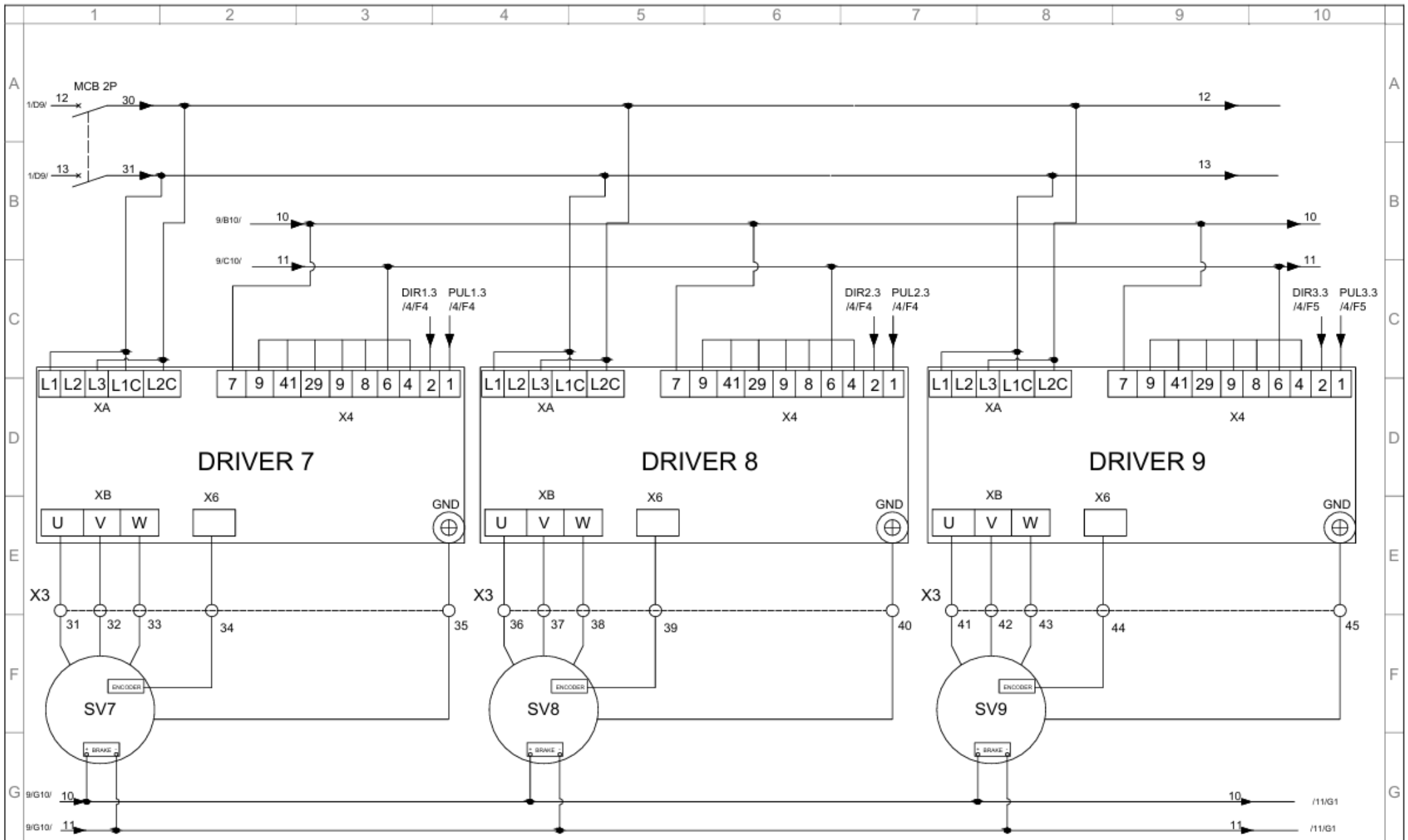
BV SỐ: 7



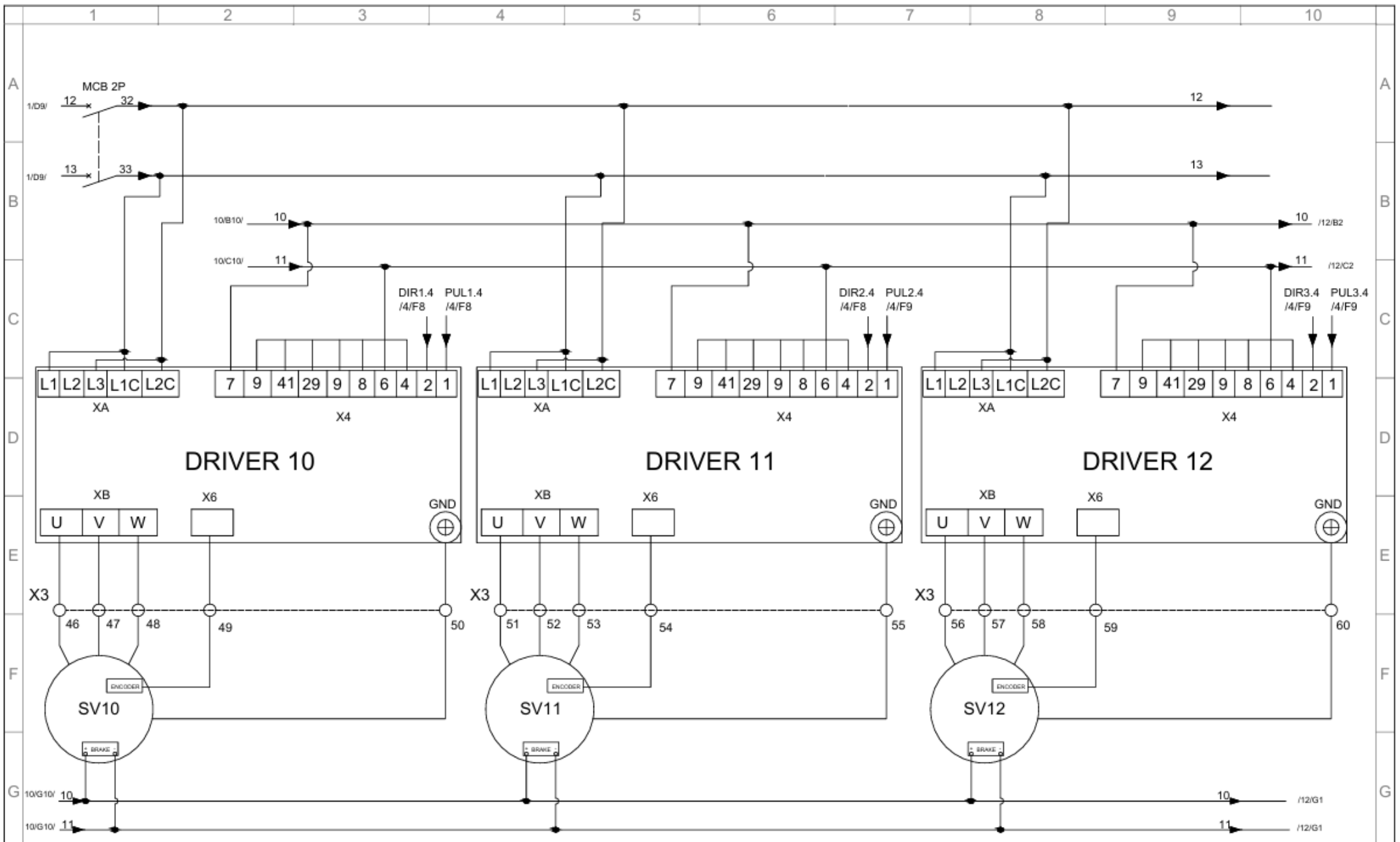
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA KHOA ĐIỆN - BỘ MÔN TỰ ĐỘNG HÓA	GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN	TS. TRẦN THÁI ANH ẬU	ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐỀ TÀI: THIẾT KẾ ROBOT PHA CHẾ DUNG DỊCH PAC TỰ ĐỘNG TẠI NHÀ MÁY NƯỚC CẦU ĐỒ	BẢN VẼ THIẾT KẾ: SƠ ĐỒ NỘI DÂY DRIVER VÀ ĐỘNG CƠ SERVO ROBOT 1
	KỸ SƯ HƯỚNG DẪN	KS. NGUYỄN HỒ TÂN MINH		
	NGƯỜI VẼ 1	NGUYỄN HOÀNG MINH		
	NGƯỜI VẼ 2	BÙI VĂN BÌNH		
				BV SỐ: 8



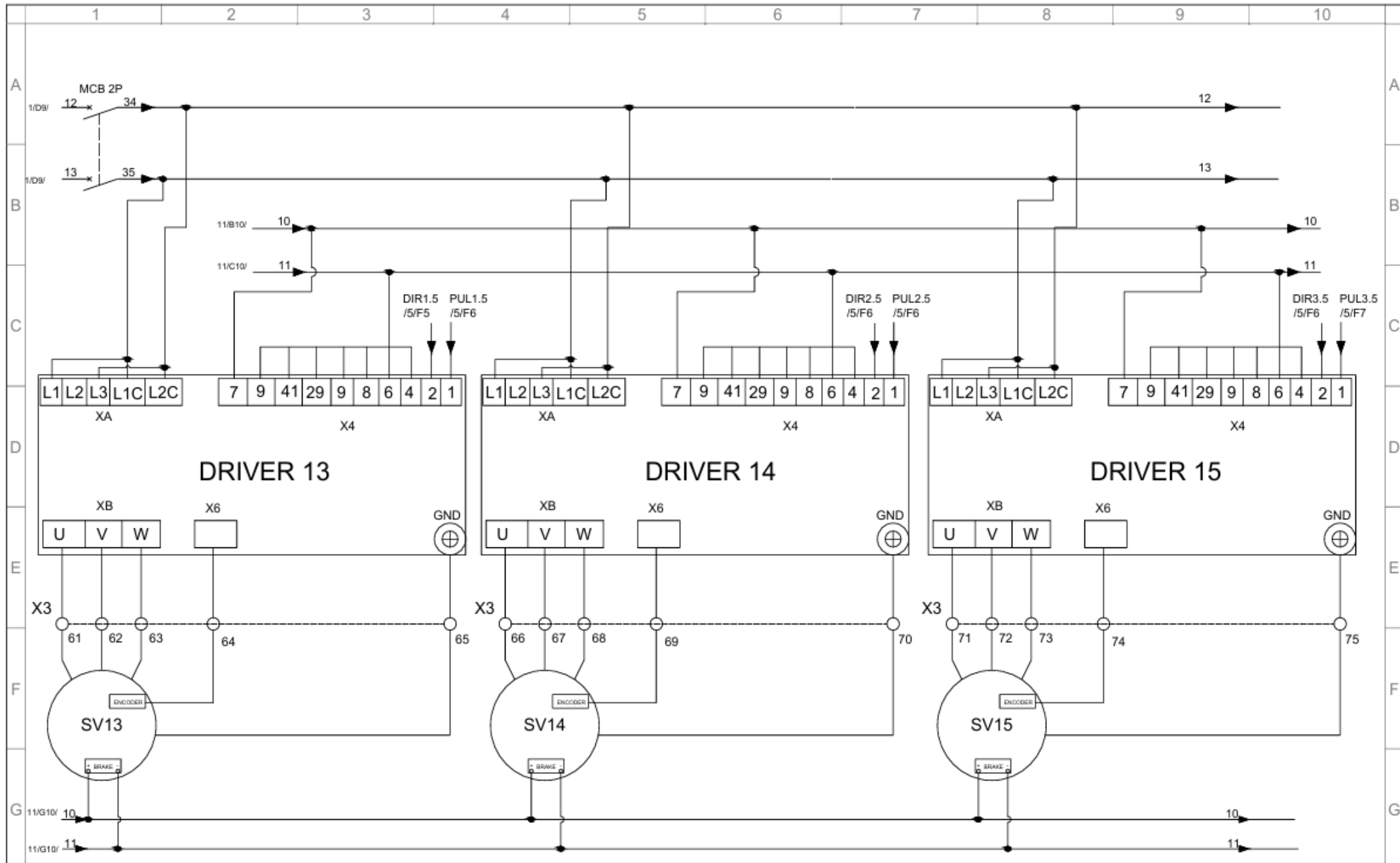
H	TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA KHOA ĐIỆN - BỘ MÔN TỰ ĐỘNG HÓA		GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN	TS. TRẦN THÁI ANH ẦU	ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP			BẢN VẼ THIẾT KẾ: SƠ ĐỒ NỘI DÂY DRIVER VÀ ĐỘNG CƠ SERVO ROBOT 2	
			KỸ SƯ HƯỚNG DẪN	KS. NGUYỄN HỒ TẤN MINH					
			NGƯỜI VẼ 1	NGUYỄN HOÀNG MINH	ĐỀ TÀI: THIẾT KẾ ROBOT PHA CHẾ DUNG DỊCH PAC TỰ ĐỘNG TẠI NHÀ MÁY NƯỚC CẦU ĐỒ			BV SỐ: 9	
			NGƯỜI VẼ 2	BÙI VĂN BÌNH					



H	TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA KHOA ĐIỆN - BỘ MÔN TỰ ĐỘNG HÓA		GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN	TS. TRẦN THÁI ANH ẬU	ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐỀ TÀI: THIẾT KẾ ROBOT PHA CHẾ DUNG DỊCH PAC TỰ ĐỘNG TẠI NHÀ MÁY NƯỚC CẦU ĐỒ			BẢN VẼ THIẾT KẾ: SƠ ĐỒ NỐI DÂY DRIVER VÀ ĐỘNG CƠ SERVO ROBOT 3	
			KỸ SƯ HƯỚNG DẪN	KS. NGUYỄN HỒ TÂN MINH				BV SỐ: 10	
			NGƯỜI VẼ 1	NGUYỄN HOÀNG MINH					
			NGƯỜI VẼ 2	BÙI VĂN BÌNH					

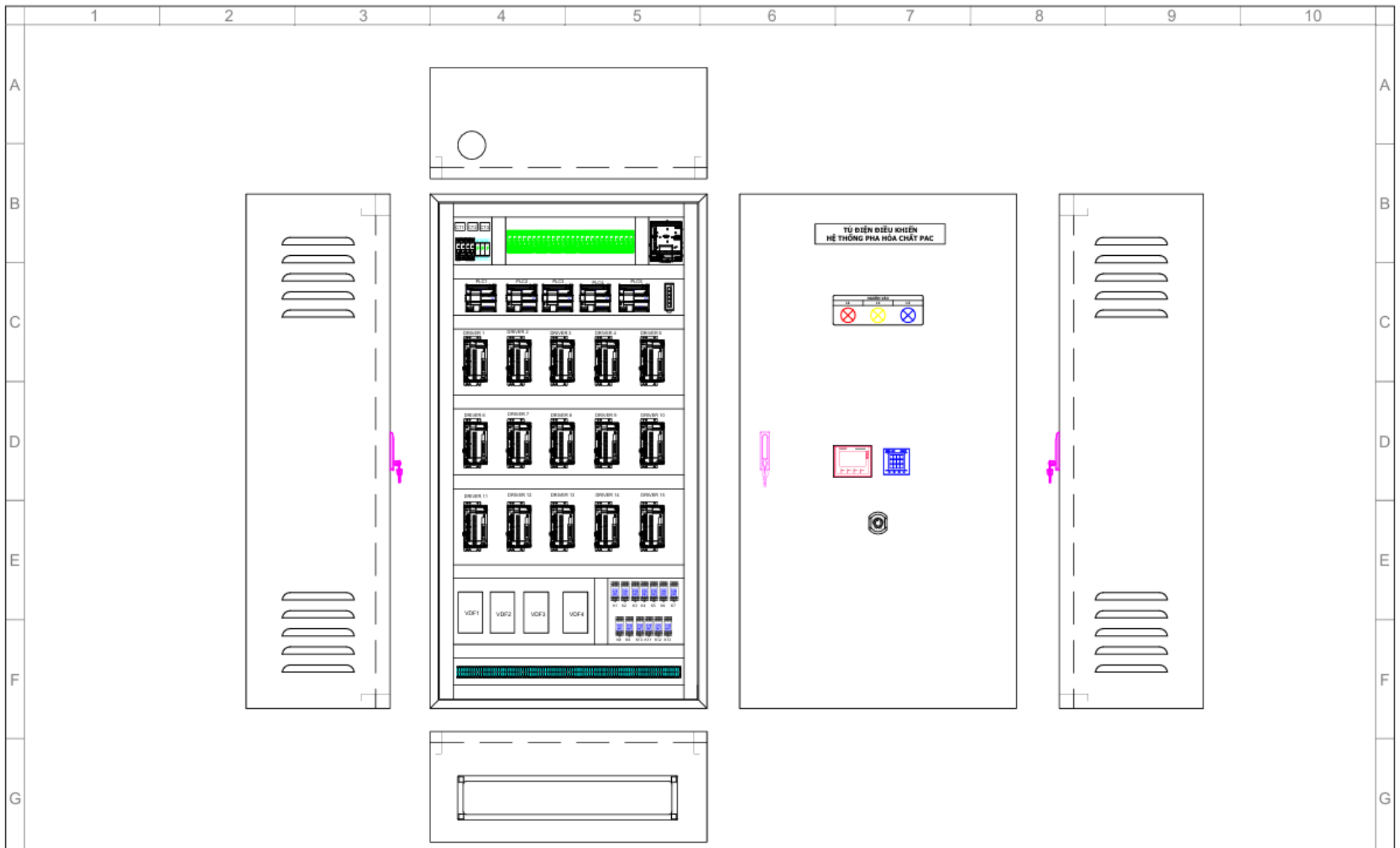


H	TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA KHOA ĐIỆN - BỘ MÔN TỰ ĐỘNG HÓA		GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN	TS. TRẦN THÁI ANH ẦU	ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP			BẢN VẼ THIẾT KẾ: SƠ ĐỒ NỘI DÂY DRIVER VÀ ĐỘNG CƠ SERVO ROBOT 4		
			KỸ SƯ HƯỚNG DẪN	KS. NGUYỄN HỒ TẤN MINH						
			NGƯỜI VẼ 1	NGUYỄN HOÀNG MINH						
			NGƯỜI VẼ 2	BÙI VĂN BÌNH						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	



H TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA KHOA ĐIỆN - BỘ MÔN TỰ ĐỘNG HÓA	GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN	TS. TRẦN THÁI ANH ẦU	ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐỀ TÀI: THIẾT KẾ ROBOT PHA CHẾ DUNG DỊCH PAC TỰ ĐỘNG TẠI NHÀ MÁY NƯỚC CẦU ĐỒ	BẢN VẼ THIẾT KẾ: SƠ ĐỒ NỐI DÂY DRIVER VÀ ĐỘNG CƠ SERVO ROBOT 5	H BV SỐ: 12
	KỸ SƯ HƯỚNG DẪN	KS. NGUYỄN HỒ TẤN MINH			
	NGƯỜI VẼ 1	NGUYỄN HOÀNG MINH			
	NGƯỜI VẼ 2	BÙI VĂN BÌNH			

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																														
A	<table border="1"> <thead> <tr> <th>STT</th> <th>KÝ HIỆU</th> <th>ĐINH NGHĨA</th> <th>STT</th> <th>KÝ HIỆU</th> <th>ĐINH NGHĨA</th> <th>STT</th> <th>KÝ HIỆU</th> <th>ĐINH NGHĨA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>PUL1</td> <td>Cầu chì</td> <td>29</td> <td>DRIVER 1</td> <td>Driver điều khiển động cơ servo khớp 1 robot 1 cụm 2 bể</td> <td>57</td> <td>SV14</td> <td>Động cơ servo khớp 2 robot 3 cụm 3 bể</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>PUL2</td> <td>Cầu chì</td> <td>30</td> <td>DRIVER 2</td> <td>Driver điều khiển động cơ servo khớp 2 robot 1 cụm 2 bể</td> <td>58</td> <td>SV15</td> <td>Động cơ servo khớp 3 robot 3 cụm 3 bể</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>PUL3</td> <td>Cầu chì</td> <td>31</td> <td>DRIVER 3</td> <td>Driver điều khiển động cơ servo khớp 3 robot 1 cụm 2 bể</td> <td>59</td> <td>X1</td> <td>Cầu đầu dây</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>4</td> <td>PW</td> <td>Nguồn tổ ong 24VDC</td> <td>32</td> <td>DRIVER 4</td> <td>Driver điều khiển động cơ servo khớp 1 robot 2 cụm 2 bể</td> <td>60</td> <td>X2</td> <td>Cầu đầu dây</td> </tr> <tr> <td></td> <td>5</td> <td>VDF1</td> <td>Biến tần điều khiển băng tải leo dốc cụm 2 bể</td> <td>33</td> <td>DRIVER 5</td> <td>Driver điều khiển động cơ servo khớp 2 robot 2 cụm 2 bể</td> <td>61</td> <td>X3</td> <td>Cầu đầu dây</td> </tr> <tr> <td></td> <td>6</td> <td>VDF2</td> <td>Biến tần điều khiển băng tải ngang cụm 2 bể</td> <td>34</td> <td>DRIVER 6</td> <td>Driver điều khiển động cơ servo khớp 3 robot 2 cụm 2 bể</td> <td>62</td> <td>SH1.1</td> <td>Công tắc vị trí home khớp 1 robot 1 cụm 2 bể</td> </tr> <tr> <td></td> <td>7</td> <td>VDF3</td> <td>Biến tần điều khiển băng tải leo dốc cụm 3 bể</td> <td>35</td> <td>DRIVER 7</td> <td>Driver điều khiển động cơ servo khớp 1 robot 1 cụm 3 bể</td> <td>63</td> <td>SH2.1</td> <td>Công tắc vị trí home khớp 2 robot 1 cụm 2 bể</td> </tr> <tr> <td></td> <td>8</td> <td>VDF4</td> <td>Biến tần điều khiển băng tải ngang cụm 3 bể</td> <td>36</td> <td>DRIVER 8</td> <td>Driver điều khiển động cơ servo khớp 2 robot 1 cụm 3 bể</td> <td>64</td> <td>SH3.1</td> <td>Công tắc vị trí home khớp 3 robot 1 cụm 2 bể</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>9</td> <td>M1</td> <td>Động cơ băng tải leo dốc cụm 2 bể</td> <td>37</td> <td>DRIVER 9</td> <td>Driver điều khiển động cơ servo khớp 3 robot 1 cụm 3 bể</td> <td>65</td> <td>SH1.2</td> <td>Công tắc vị trí home khớp 1 robot 2 cụm 2 bể</td> </tr> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>M2</td> <td>Động cơ băng tải ngang cụm 2 bể</td> <td>38</td> <td>DRIVER 10</td> <td>Driver điều khiển động cơ servo khớp 1 robot 2 cụm 3 bể</td> <td>66</td> <td>SH2.2</td> <td>Công tắc vị trí home khớp 2 robot 2 cụm 2 bể</td> </tr> <tr> <td></td> <td>11</td> <td>M3</td> <td>Động cơ băng tải leo dốc cụm 3 bể</td> <td>39</td> <td>DRIVER 11</td> <td>Driver điều khiển động cơ servo khớp 2 robot 2 cụm 3 bể</td> <td>67</td> <td>SH3.2</td> <td>Công tắc vị trí home khớp 3 robot 2 cụm 2 bể</td> </tr> <tr> <td></td> <td>12</td> <td>M4</td> <td>Động cơ băng tải ngang cụm 3 bể</td> <td>40</td> <td>DRIVER 12</td> <td>Driver điều khiển động cơ servo khớp 3 robot 2 cụm 3 bể</td> <td>68</td> <td>SH1.3</td> <td>Công tắc vị trí home khớp 1 robot 1 cụm 3 bể</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>13</td> <td>PLC1</td> <td>PLC S7-1200 1214C DC/DC/DC điều khiển cánh tay 1 cụm 2 bể</td> <td>41</td> <td>DRIVER 13</td> <td>Driver điều khiển động cơ servo khớp 1 robot 3 cụm 3 bể</td> <td>69</td> <td>SH2.3</td> <td>Công tắc vị trí home khớp 2 robot 1 cụm 3 bể</td> </tr> <tr> <td></td> <td>14</td> <td>PLC2</td> <td>PLC S7-1200 1214C DC/DC/DC điều khiển cánh tay 2 cụm 2 bể</td> <td>42</td> <td>DRIVER 14</td> <td>Driver điều khiển động cơ servo khớp 2 robot 3 cụm 3 bể</td> <td>70</td> <td>SH3.3</td> <td>Công tắc vị trí home khớp 3 robot 1 cụm 3 bể</td> </tr> <tr> <td></td> <td>15</td> <td>PLC3</td> <td>PLC S7-1200 1214C DC/DC/DC điều khiển cánh tay 1 cụm 3 bể</td> <td>43</td> <td>DRIVER 15</td> <td>Driver điều khiển động cơ servo khớp 3 robot 3 cụm 3 bể</td> <td>71</td> <td>SH1.4</td> <td>Công tắc vị trí home khớp 1 robot 2 cụm 3 bể</td> </tr> <tr> <td></td> <td>16</td> <td>PLC4</td> <td>PLC S7-1200 1214C DC/DC/DC điều khiển cánh tay 2 cụm 3 bể</td> <td>44</td> <td>SV1</td> <td>Động cơ servo khớp 1 robot 1 cụm 2 bể</td> <td>72</td> <td>SH2.4</td> <td>Công tắc vị trí home khớp 2 robot 2 cụm 3 bể</td> </tr> <tr> <td></td> <td>17</td> <td>PLC5</td> <td>PLC S7-1200 1214C DC/DC/DC điều khiển cánh tay 3 cụm 3 bể</td> <td>45</td> <td>DRIVER 2</td> <td>Động cơ servo khớp 2 robot 1 cụm 2 bể</td> <td>73</td> <td>SH3.4</td> <td>Công tắc vị trí home khớp 3 robot 2 cụm 3 bể</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>18</td> <td>K1</td> <td>Rơ le điều khiển tay gấp robot 1 cụm 2 bể</td> <td>46</td> <td>DRIVER 3</td> <td>Động cơ servo khớp 3 robot 1 cụm 2 bể</td> <td>74</td> <td>SH1.5</td> <td>Công tắc vị trí home khớp 1 robot 3 cụm 3 bể</td> </tr> <tr> <td></td> <td>19</td> <td>K2</td> <td>Rơ le khởi động băng tải cụm 2 bể</td> <td>47</td> <td>DRIVER 4</td> <td>Động cơ servo khớp 1 robot 2 cụm 2 bể</td> <td>75</td> <td>SH2.5</td> <td>Công tắc vị trí home khớp 2 robot 3 cụm 3 bể</td> </tr> <tr> <td></td> <td>20</td> <td>K3</td> <td>Rơ le điều khiển tay gấp robot 2 cụm 2 bể</td> <td>48</td> <td>DRIVER 5</td> <td>Động cơ servo khớp 2 robot 2 cụm 2 bể</td> <td>76</td> <td>SH3.5</td> <td>Công tắc vị trí home khớp 3 robot 3 cụm 3 bể</td> </tr> <tr> <td></td> <td>21</td> <td>K4</td> <td>Rơ le khởi động băng tải cụm 2 bể</td> <td>49</td> <td>DRIVER 6</td> <td>Động cơ servo khớp 3 robot 2 cụm 2 bể</td> <td>77</td> <td>SS.1</td> <td>Công tắc phát hiện vị trí cho robot 1 cụm 2 bể</td> </tr> <tr> <td></td> <td>22</td> <td>K5</td> <td>Rơ le điều khiển tay gấp robot 1 cụm 2 bể</td> <td>50</td> <td>DRIVER 7</td> <td>Động cơ servo khớp 1 robot 1 cụm 3 bể</td> <td>78</td> <td>SS.2</td> <td>Công tắc phát hiện vị trí cho robot 2 cụm 2 bể</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>23</td> <td>K6</td> <td>Rơ le khởi động băng tải cụm 3 bể</td> <td>51</td> <td>DRIVER 8</td> <td>Động cơ servo khớp 2 robot 1 cụm 3 bể</td> <td>79</td> <td>SS.3</td> <td>Công tắc phát hiện vị trí cho robot 1 cụm 3 bể</td> </tr> <tr> <td></td> <td>24</td> <td>K7</td> <td>Rơ le điều khiển tay gấp robot 1 cụm 2 bể</td> <td>52</td> <td>DRIVER 9</td> <td>Động cơ servo khớp 3 robot 1 cụm 3 bể</td> <td>80</td> <td>SS.4</td> <td>Công tắc phát hiện vị trí cho robot 2 cụm 3 bể</td> </tr> <tr> <td></td> <td>25</td> <td>K8</td> <td>Rơ le khởi động băng tải cụm 3 bể</td> <td>53</td> <td>DRIVER 10</td> <td>Động cơ servo khớp 1 robot 2 cụm 3 bể</td> <td>81</td> <td>SS.5</td> <td>Công tắc phát hiện vị trí cho robot 3 cụm 3 bể</td> </tr> <tr> <td></td> <td>26</td> <td>K9</td> <td>Rơ le điều khiển tay gấp robot 1 cụm 2 bể</td> <td>54</td> <td>DRIVER 11</td> <td>Động cơ servo khớp 2 robot 2 cụm 3 bể</td> <td>82</td> <td>K11</td> <td>Rơ le cho phép khởi động cánh tay 2 cụm 2 bể</td> </tr> <tr> <td></td> <td>27</td> <td>K10</td> <td>Rơ le khởi động băng tải cụm 3 bể</td> <td>55</td> <td>DRIVER 12</td> <td>Động cơ servo khớp 3 robot 2 cụm 3 bể</td> <td>83</td> <td>K12</td> <td>Rơ le cho phép khởi động cánh tay 2 cụm 3 bể</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>28</td> <td>HMI</td> <td>Màn hình điều khiển hệ thống</td> <td>56</td> <td>DRIVER 13</td> <td>Động cơ servo khớp 1 robot 3 cụm 3 bể</td> <td>84</td> <td>K13</td> <td>Rơ le cho phép khởi động cánh tay 3 cụm 3 bể</td> </tr> </tbody> </table>										STT	KÝ HIỆU	ĐINH NGHĨA	STT	KÝ HIỆU	ĐINH NGHĨA	STT	KÝ HIỆU	ĐINH NGHĨA	1	PUL1	Cầu chì	29	DRIVER 1	Driver điều khiển động cơ servo khớp 1 robot 1 cụm 2 bể	57	SV14	Động cơ servo khớp 2 robot 3 cụm 3 bể	2	PUL2	Cầu chì	30	DRIVER 2	Driver điều khiển động cơ servo khớp 2 robot 1 cụm 2 bể	58	SV15	Động cơ servo khớp 3 robot 3 cụm 3 bể	3	PUL3	Cầu chì	31	DRIVER 3	Driver điều khiển động cơ servo khớp 3 robot 1 cụm 2 bể	59	X1	Cầu đầu dây	B	4	PW	Nguồn tổ ong 24VDC	32	DRIVER 4	Driver điều khiển động cơ servo khớp 1 robot 2 cụm 2 bể	60	X2	Cầu đầu dây		5	VDF1	Biến tần điều khiển băng tải leo dốc cụm 2 bể	33	DRIVER 5	Driver điều khiển động cơ servo khớp 2 robot 2 cụm 2 bể	61	X3	Cầu đầu dây		6	VDF2	Biến tần điều khiển băng tải ngang cụm 2 bể	34	DRIVER 6	Driver điều khiển động cơ servo khớp 3 robot 2 cụm 2 bể	62	SH1.1	Công tắc vị trí home khớp 1 robot 1 cụm 2 bể		7	VDF3	Biến tần điều khiển băng tải leo dốc cụm 3 bể	35	DRIVER 7	Driver điều khiển động cơ servo khớp 1 robot 1 cụm 3 bể	63	SH2.1	Công tắc vị trí home khớp 2 robot 1 cụm 2 bể		8	VDF4	Biến tần điều khiển băng tải ngang cụm 3 bể	36	DRIVER 8	Driver điều khiển động cơ servo khớp 2 robot 1 cụm 3 bể	64	SH3.1	Công tắc vị trí home khớp 3 robot 1 cụm 2 bể	C	9	M1	Động cơ băng tải leo dốc cụm 2 bể	37	DRIVER 9	Driver điều khiển động cơ servo khớp 3 robot 1 cụm 3 bể	65	SH1.2	Công tắc vị trí home khớp 1 robot 2 cụm 2 bể		10	M2	Động cơ băng tải ngang cụm 2 bể	38	DRIVER 10	Driver điều khiển động cơ servo khớp 1 robot 2 cụm 3 bể	66	SH2.2	Công tắc vị trí home khớp 2 robot 2 cụm 2 bể		11	M3	Động cơ băng tải leo dốc cụm 3 bể	39	DRIVER 11	Driver điều khiển động cơ servo khớp 2 robot 2 cụm 3 bể	67	SH3.2	Công tắc vị trí home khớp 3 robot 2 cụm 2 bể		12	M4	Động cơ băng tải ngang cụm 3 bể	40	DRIVER 12	Driver điều khiển động cơ servo khớp 3 robot 2 cụm 3 bể	68	SH1.3	Công tắc vị trí home khớp 1 robot 1 cụm 3 bể	D	13	PLC1	PLC S7-1200 1214C DC/DC/DC điều khiển cánh tay 1 cụm 2 bể	41	DRIVER 13	Driver điều khiển động cơ servo khớp 1 robot 3 cụm 3 bể	69	SH2.3	Công tắc vị trí home khớp 2 robot 1 cụm 3 bể		14	PLC2	PLC S7-1200 1214C DC/DC/DC điều khiển cánh tay 2 cụm 2 bể	42	DRIVER 14	Driver điều khiển động cơ servo khớp 2 robot 3 cụm 3 bể	70	SH3.3	Công tắc vị trí home khớp 3 robot 1 cụm 3 bể		15	PLC3	PLC S7-1200 1214C DC/DC/DC điều khiển cánh tay 1 cụm 3 bể	43	DRIVER 15	Driver điều khiển động cơ servo khớp 3 robot 3 cụm 3 bể	71	SH1.4	Công tắc vị trí home khớp 1 robot 2 cụm 3 bể		16	PLC4	PLC S7-1200 1214C DC/DC/DC điều khiển cánh tay 2 cụm 3 bể	44	SV1	Động cơ servo khớp 1 robot 1 cụm 2 bể	72	SH2.4	Công tắc vị trí home khớp 2 robot 2 cụm 3 bể		17	PLC5	PLC S7-1200 1214C DC/DC/DC điều khiển cánh tay 3 cụm 3 bể	45	DRIVER 2	Động cơ servo khớp 2 robot 1 cụm 2 bể	73	SH3.4	Công tắc vị trí home khớp 3 robot 2 cụm 3 bể	E	18	K1	Rơ le điều khiển tay gấp robot 1 cụm 2 bể	46	DRIVER 3	Động cơ servo khớp 3 robot 1 cụm 2 bể	74	SH1.5	Công tắc vị trí home khớp 1 robot 3 cụm 3 bể		19	K2	Rơ le khởi động băng tải cụm 2 bể	47	DRIVER 4	Động cơ servo khớp 1 robot 2 cụm 2 bể	75	SH2.5	Công tắc vị trí home khớp 2 robot 3 cụm 3 bể		20	K3	Rơ le điều khiển tay gấp robot 2 cụm 2 bể	48	DRIVER 5	Động cơ servo khớp 2 robot 2 cụm 2 bể	76	SH3.5	Công tắc vị trí home khớp 3 robot 3 cụm 3 bể		21	K4	Rơ le khởi động băng tải cụm 2 bể	49	DRIVER 6	Động cơ servo khớp 3 robot 2 cụm 2 bể	77	SS.1	Công tắc phát hiện vị trí cho robot 1 cụm 2 bể		22	K5	Rơ le điều khiển tay gấp robot 1 cụm 2 bể	50	DRIVER 7	Động cơ servo khớp 1 robot 1 cụm 3 bể	78	SS.2	Công tắc phát hiện vị trí cho robot 2 cụm 2 bể	F	23	K6	Rơ le khởi động băng tải cụm 3 bể	51	DRIVER 8	Động cơ servo khớp 2 robot 1 cụm 3 bể	79	SS.3	Công tắc phát hiện vị trí cho robot 1 cụm 3 bể		24	K7	Rơ le điều khiển tay gấp robot 1 cụm 2 bể	52	DRIVER 9	Động cơ servo khớp 3 robot 1 cụm 3 bể	80	SS.4	Công tắc phát hiện vị trí cho robot 2 cụm 3 bể		25	K8	Rơ le khởi động băng tải cụm 3 bể	53	DRIVER 10	Động cơ servo khớp 1 robot 2 cụm 3 bể	81	SS.5	Công tắc phát hiện vị trí cho robot 3 cụm 3 bể		26	K9	Rơ le điều khiển tay gấp robot 1 cụm 2 bể	54	DRIVER 11	Động cơ servo khớp 2 robot 2 cụm 3 bể	82	K11	Rơ le cho phép khởi động cánh tay 2 cụm 2 bể		27	K10	Rơ le khởi động băng tải cụm 3 bể	55	DRIVER 12	Động cơ servo khớp 3 robot 2 cụm 3 bể	83	K12	Rơ le cho phép khởi động cánh tay 2 cụm 3 bể	G	28	HMI	Màn hình điều khiển hệ thống	56	DRIVER 13	Động cơ servo khớp 1 robot 3 cụm 3 bể	84	K13	Rơ le cho phép khởi động cánh tay 3 cụm 3 bể
STT	KÝ HIỆU	ĐINH NGHĨA	STT	KÝ HIỆU	ĐINH NGHĨA	STT	KÝ HIỆU	ĐINH NGHĨA																																																																																																																																																																																																																																																																																																
1	PUL1	Cầu chì	29	DRIVER 1	Driver điều khiển động cơ servo khớp 1 robot 1 cụm 2 bể	57	SV14	Động cơ servo khớp 2 robot 3 cụm 3 bể																																																																																																																																																																																																																																																																																																
2	PUL2	Cầu chì	30	DRIVER 2	Driver điều khiển động cơ servo khớp 2 robot 1 cụm 2 bể	58	SV15	Động cơ servo khớp 3 robot 3 cụm 3 bể																																																																																																																																																																																																																																																																																																
3	PUL3	Cầu chì	31	DRIVER 3	Driver điều khiển động cơ servo khớp 3 robot 1 cụm 2 bể	59	X1	Cầu đầu dây																																																																																																																																																																																																																																																																																																
B	4	PW	Nguồn tổ ong 24VDC	32	DRIVER 4	Driver điều khiển động cơ servo khớp 1 robot 2 cụm 2 bể	60	X2	Cầu đầu dây																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	5	VDF1	Biến tần điều khiển băng tải leo dốc cụm 2 bể	33	DRIVER 5	Driver điều khiển động cơ servo khớp 2 robot 2 cụm 2 bể	61	X3	Cầu đầu dây																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	6	VDF2	Biến tần điều khiển băng tải ngang cụm 2 bể	34	DRIVER 6	Driver điều khiển động cơ servo khớp 3 robot 2 cụm 2 bể	62	SH1.1	Công tắc vị trí home khớp 1 robot 1 cụm 2 bể																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	7	VDF3	Biến tần điều khiển băng tải leo dốc cụm 3 bể	35	DRIVER 7	Driver điều khiển động cơ servo khớp 1 robot 1 cụm 3 bể	63	SH2.1	Công tắc vị trí home khớp 2 robot 1 cụm 2 bể																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	8	VDF4	Biến tần điều khiển băng tải ngang cụm 3 bể	36	DRIVER 8	Driver điều khiển động cơ servo khớp 2 robot 1 cụm 3 bể	64	SH3.1	Công tắc vị trí home khớp 3 robot 1 cụm 2 bể																																																																																																																																																																																																																																																																																															
C	9	M1	Động cơ băng tải leo dốc cụm 2 bể	37	DRIVER 9	Driver điều khiển động cơ servo khớp 3 robot 1 cụm 3 bể	65	SH1.2	Công tắc vị trí home khớp 1 robot 2 cụm 2 bể																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	10	M2	Động cơ băng tải ngang cụm 2 bể	38	DRIVER 10	Driver điều khiển động cơ servo khớp 1 robot 2 cụm 3 bể	66	SH2.2	Công tắc vị trí home khớp 2 robot 2 cụm 2 bể																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	11	M3	Động cơ băng tải leo dốc cụm 3 bể	39	DRIVER 11	Driver điều khiển động cơ servo khớp 2 robot 2 cụm 3 bể	67	SH3.2	Công tắc vị trí home khớp 3 robot 2 cụm 2 bể																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	12	M4	Động cơ băng tải ngang cụm 3 bể	40	DRIVER 12	Driver điều khiển động cơ servo khớp 3 robot 2 cụm 3 bể	68	SH1.3	Công tắc vị trí home khớp 1 robot 1 cụm 3 bể																																																																																																																																																																																																																																																																																															
D	13	PLC1	PLC S7-1200 1214C DC/DC/DC điều khiển cánh tay 1 cụm 2 bể	41	DRIVER 13	Driver điều khiển động cơ servo khớp 1 robot 3 cụm 3 bể	69	SH2.3	Công tắc vị trí home khớp 2 robot 1 cụm 3 bể																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	14	PLC2	PLC S7-1200 1214C DC/DC/DC điều khiển cánh tay 2 cụm 2 bể	42	DRIVER 14	Driver điều khiển động cơ servo khớp 2 robot 3 cụm 3 bể	70	SH3.3	Công tắc vị trí home khớp 3 robot 1 cụm 3 bể																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	15	PLC3	PLC S7-1200 1214C DC/DC/DC điều khiển cánh tay 1 cụm 3 bể	43	DRIVER 15	Driver điều khiển động cơ servo khớp 3 robot 3 cụm 3 bể	71	SH1.4	Công tắc vị trí home khớp 1 robot 2 cụm 3 bể																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	16	PLC4	PLC S7-1200 1214C DC/DC/DC điều khiển cánh tay 2 cụm 3 bể	44	SV1	Động cơ servo khớp 1 robot 1 cụm 2 bể	72	SH2.4	Công tắc vị trí home khớp 2 robot 2 cụm 3 bể																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	17	PLC5	PLC S7-1200 1214C DC/DC/DC điều khiển cánh tay 3 cụm 3 bể	45	DRIVER 2	Động cơ servo khớp 2 robot 1 cụm 2 bể	73	SH3.4	Công tắc vị trí home khớp 3 robot 2 cụm 3 bể																																																																																																																																																																																																																																																																																															
E	18	K1	Rơ le điều khiển tay gấp robot 1 cụm 2 bể	46	DRIVER 3	Động cơ servo khớp 3 robot 1 cụm 2 bể	74	SH1.5	Công tắc vị trí home khớp 1 robot 3 cụm 3 bể																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	19	K2	Rơ le khởi động băng tải cụm 2 bể	47	DRIVER 4	Động cơ servo khớp 1 robot 2 cụm 2 bể	75	SH2.5	Công tắc vị trí home khớp 2 robot 3 cụm 3 bể																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	20	K3	Rơ le điều khiển tay gấp robot 2 cụm 2 bể	48	DRIVER 5	Động cơ servo khớp 2 robot 2 cụm 2 bể	76	SH3.5	Công tắc vị trí home khớp 3 robot 3 cụm 3 bể																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	21	K4	Rơ le khởi động băng tải cụm 2 bể	49	DRIVER 6	Động cơ servo khớp 3 robot 2 cụm 2 bể	77	SS.1	Công tắc phát hiện vị trí cho robot 1 cụm 2 bể																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	22	K5	Rơ le điều khiển tay gấp robot 1 cụm 2 bể	50	DRIVER 7	Động cơ servo khớp 1 robot 1 cụm 3 bể	78	SS.2	Công tắc phát hiện vị trí cho robot 2 cụm 2 bể																																																																																																																																																																																																																																																																																															
F	23	K6	Rơ le khởi động băng tải cụm 3 bể	51	DRIVER 8	Động cơ servo khớp 2 robot 1 cụm 3 bể	79	SS.3	Công tắc phát hiện vị trí cho robot 1 cụm 3 bể																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	24	K7	Rơ le điều khiển tay gấp robot 1 cụm 2 bể	52	DRIVER 9	Động cơ servo khớp 3 robot 1 cụm 3 bể	80	SS.4	Công tắc phát hiện vị trí cho robot 2 cụm 3 bể																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	25	K8	Rơ le khởi động băng tải cụm 3 bể	53	DRIVER 10	Động cơ servo khớp 1 robot 2 cụm 3 bể	81	SS.5	Công tắc phát hiện vị trí cho robot 3 cụm 3 bể																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	26	K9	Rơ le điều khiển tay gấp robot 1 cụm 2 bể	54	DRIVER 11	Động cơ servo khớp 2 robot 2 cụm 3 bể	82	K11	Rơ le cho phép khởi động cánh tay 2 cụm 2 bể																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	27	K10	Rơ le khởi động băng tải cụm 3 bể	55	DRIVER 12	Động cơ servo khớp 3 robot 2 cụm 3 bể	83	K12	Rơ le cho phép khởi động cánh tay 2 cụm 3 bể																																																																																																																																																																																																																																																																																															
G	28	HMI	Màn hình điều khiển hệ thống	56	DRIVER 13	Động cơ servo khớp 1 robot 3 cụm 3 bể	84	K13	Rơ le cho phép khởi động cánh tay 3 cụm 3 bể																																																																																																																																																																																																																																																																																															
H	TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA KHOA ĐIỆN - BỘ MÔN TỰ ĐỘNG HÓA		GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN	TS. TRẦN THÁI ANH ẬU	ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐỀ TÀI: THIẾT KẾ ROBOT PHA CHẾ DUNG DỊCH PAC TỰ ĐỘNG TẠI NHÀ MÁY NƯỚC CẦU ĐỒ				KÝ HIỆU BẢN VẼ																																																																																																																																																																																																																																																																																															
KỸ SƯ HƯỚNG DẪN			KS. NGUYỄN HỒ TẤN MINH																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
NGƯỜI VẼ 1			NGUYỄN HOÀNG MINH																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
NGƯỜI VẼ 2			BÙI VĂN BÌNH																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																														



H	TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA KHOA ĐIỆN - BỘ MÔN TỰ ĐỘNG HÓA		GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN	TS. TRẦN THÁI ANH ẬU	ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐỀ TÀI: THIẾT KẾ ROBOT PHA CHẾ DUNG DỊCH PAC TỰ ĐỘNG TẠI NHÀ MÁY NƯỚC CẦU ĐỎ			BẢN VẼ TỦ ĐIỆN		BV SỐ: 14
			KỸ SƯ HƯỚNG DẪN	KS. NGUYỄN HỒ TẤN MINH						
			NGƯỜI VẼ 1	NGUYỄN HOÀNG MINH						
			NGƯỜI VẼ 2	BÙI VĂN BÌNH						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	