

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

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP  
CAPSTONE PROJECT**

**NGÀNH: KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN VÀ TỰ ĐỘNG HÓA**

**ĐỀ TÀI:**

**ỨNG DỤNG BỘ ĐIỀU KHIỂN PLC S7-1200,  
WINCC CHO HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN VÀ  
GIÁM SÁT MÁY THU SỢI**

Người hướng dẫn: **TS. GIÁP QUANG HUY  
KS. LÊ QUANG KỶ**

Sinh viên thực hiện:

- 1. HUỖNH VĂN HÙNG – MSSV: 105200450 – LỚP: 20TDHCLC3**
- 2. ĐỖ THIỆN PHÚC VINH – MSSV: 105200523 – LỚP: 20TDHCLC4**

**Đà Nẵng, 6/2025**

## TÓM TẮT

Tên đề tài: Ứng dụng Bộ điều khiển PLC S7-1200, WINCC cho Hệ thống điều khiển và giám sát máy thu sợi.

Sinh viên thực hiện: Huỳnh Văn Hùng

Số thẻ SV: 105200450

Lớp: 20TDHCLC3

Sinh viên thực hiện: Đỗ Thiện Phúc Vinh

Số thẻ SV: 105200523

Lớp: 20TDHCLC4

Trong bối cảnh công nghiệp hiện đại, nhu cầu sản xuất dây thừng với chất lượng đồng đều và năng suất cao đang ngày càng gia tăng, đặc biệt trong các lĩnh vực như nông nghiệp, hàng hải và đóng gói. Trong đó, việc thu sợi sau quá trình xoắn sợi là một công đoạn quan trọng, ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng thành phẩm và hiệu quả sản xuất. Trước sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ cơ khí và điều khiển tự động, việc ứng dụng hệ thống máy móc chuyên dụng vào quá trình thu sợi là một bước tiến quan trọng, giúp nâng cao hiệu quả sản xuất, giảm thiểu sai sót và tiết kiệm chi phí nhân công.

Đề tài “Ứng dụng Bộ điều khiển PLC S7-1200, WINCC cho Hệ thống điều khiển và giám sát máy thu sợi” nhằm đảm bảo quá trình thu sợi diễn ra đều đặn, chắc chắn và chính xác. Hệ thống giúp điều khiển nhịp nhàng các công đoạn xoắn và kéo sợi, duy trì lực căng ổn định để tránh đứt hoặc chùng sợi, đồng thời cho phép dễ dàng điều chỉnh các thông số như lực căng, độ xoắn và chiều dài sợi.

Mục tiêu của hệ thống là tạo ra một giải pháp thu sợi hiệu quả, dễ điều khiển và đáng tin cậy cho máy làm dây thừng. Hệ thống sẽ hỗ trợ các chức năng như điều khiển tốc độ động cơ, giám sát lực căng sợi, tự động dừng khi cuộn đầy và đảm bảo sợi được phân bố đều trên ống cuộn.

Một trong những tính năng nổi bật của hệ thống là khả năng điều khiển đồng bộ giữa động cơ xoắn sợi và động cơ kéo dây, nhờ vào sự hỗ trợ của bộ điều khiển lập trình PLC và biến tần. Hệ thống tích hợp giao diện điều khiển HMI để người vận hành dễ dàng theo dõi trạng thái máy, điều chỉnh thông số và nhận cảnh báo khi có sự cố như đứt sợi, quá căng.

Trong quá trình xây dựng đề tài không tránh khỏi những thiếu sót, chúng em kính mong nhận được sự thông cảm và đóng góp ý kiến từ quý thầy cô và các bạn để hệ thống máy làm dây thừng ngày càng hoàn thiện hơn.

Em xin chân thành cảm ơn!

### NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

TT	Họ tên sinh viên	Số thẻ SV	Lớp	Ngành
1	Huỳnh Văn Hùng	105200450	20TDHCLC3	Kỹ thuật Điều khiển và Tự động hoá
2	Đỗ Thiện Phúc Vinh	105200523	20TDHCLC4	Kỹ thuật Điều khiển và Tự động hoá

1. Tên đề tài đồ án:

Ứng dụng Bộ điều khiển PLC S7-1200, WINCC cho Hệ thống điều khiển và giám sát máy thu sợi.

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

3. Các số liệu và dữ liệu ban đầu:

- Nhóm tiến hành tìm hiểu các máy làm dây thừng trên internet.
- Tìm hiểu các quy trình vận hành máy làm dây thừng của các nhà máy.

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

a. Phần chung:

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
1	Huỳnh Văn Hùng	Tìm kiếm tài liệu về đề tài, tìm hiểu quy trình sản xuất sợi, các phương pháp điều khiển lực căng, xây dựng thuật toán điều khiển, viết chương trình điều khiển, viết báo cáo thuyết minh.
2	Đỗ Thiện Phúc Vinh	

b. Phần riêng:

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
1	Huỳnh Văn Hùng	Tính chọn thiết bị, thiết kế giao diện HMI.
2	Đỗ Thiện Phúc Vinh	Trình bày mối quan hệ giữa các đại lượng, lập trình PID.

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

a. Phần chung:

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
1	Huỳnh Văn Hùng	Bản vẽ lưu đồ thuật toán.
2	Đỗ Thiện Phúc Vinh	

*b. Phần riêng:*

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
1	Huỳnh Văn Hùng	Sơ đồ mạch động lực, sơ đồ phân bố thiết bị.
2	Đỗ Thiện Phúc Vinh	Sơ đồ đấu nối PLC, sơ đồ đấu nối đèn trạng thái.

6. Họ tên người hướng dẫn	Phần/ Nội dung:
TS. Giáp Quang Huy	
KS. Lê Quang Kỳ	

7. Ngày giao nhiệm vụ đồ án: 25/3/2025

8. Ngày hoàn thành đồ án: 15/6/2025

Đà Nẵng, ngày tháng 06 năm 2025

**Trưởng Bộ môn Tự động hoá**

**Người hướng dẫn**

TS. Giáp Quang Huy

TS. Giáp Quang Huy

KS. Lê Quang Kỳ

**PHIẾU KIỂM SOÁT TIẾN ĐỘ LÀM ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP**  
(Phiếu dành cho người hướng dẫn/sinh viên)

Họ tên sinh viên: Huỳnh Văn Hùng

Số thẻ SV : 105200450

Họ tên sinh viên: Đỗ Thiện Phúc Vinh

Số thẻ SV : 105200450

Tên đề tài ĐATN: Ứng dụng Bộ điều khiển PLC S7-1200, WINCC cho Hệ thống điều khiển và giám sát máy thu sợi.

Họ tên người HD: TS. Giáp Quang Huy

Đơn vị: TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA,

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

Họ tên người HD: KS. Lê Quang Kỳ

Đơn vị: CÔNG TY TNHH THƯƠNG MẠI KỸ

THUẬT ACTECH

Tuần	Ngày	Khối lượng		GVHD ký tên
		đã thực hiện (%)	tiếp tục thực hiện (%)	
1		Trao đổi đề tài với người hướng dẫn (100%).	Tìm kiếm tài liệu liên quan về đề tài.	
2		Tìm hiểu quy trình công nghệ sản xuất sợi và nguyên lý hoạt động của máy làm dây (100%).	Xây dựng cấu hình hệ thống.	
3		Tính chọn thiết bị phần cứng cho hệ thống (100%).	Tổng hợp các thiết bị cần có để làm mô hình.	
4		Duyệt lần 1: Đánh giá khối lượng hoàn thành _____% : Được tiếp tục làm ĐATN <input type="checkbox"/> Không tiếp tục thực hiện ĐATN <input type="checkbox"/>		
5		Thiết kế sơ đồ đấu nối phần cứng (100%).	Thi công lắp ráp tủ điện.	
6		Thi công lắp ráp tủ điện (100%).	Tìm hiểu cách cài đặt, cấu hình cho biến tần, PLC, HMI.	
7		Thiết kế lưu đồ thuật toán điều khiển (100%).	Viết chương trình điều khiển.	
8		Duyệt lần 2: Đánh giá khối lượng hoàn thành _____% : Được tiếp tục làm ĐATN <input type="checkbox"/> Không tiếp tục thực hiện ĐATN <input type="checkbox"/>		
9		Viết chương trình điều khiển (50%).	Viết chương trình điều khiển.	
10		Viết chương trình điều khiển (50%).	Thiết kế giao diện HMI.	
11		Thiết kế giao diện HMI (100%).	Kiểm nghiệm chạy thử.	

12		Duyệt lần 3: Đánh giá khối lượng hoàn thành _____ % : Được tiếp tục làm ĐATN <input type="checkbox"/> Không tiếp tục thực hiện ĐATN <input type="checkbox"/>	
13		Hoàn thành báo cáo (100%).	Chuẩn bị bảo vệ đồ án.
14			
15			

## LỜI NÓI ĐẦU VÀ CẢM ƠN

Trước tiên, chúng em xin gửi lời cảm ơn sâu sắc đến thầy hướng dẫn TS. Giáp Quang Huy và KS. Lê Quang Kỳ, người đã dành thời gian, chia sẻ kiến thức và kinh nghiệm quý báu trong suốt quá trình em thực hiện đồ án. Những chỉ dẫn và phản hồi đã giúp chúng em tìm ra phương pháp giải quyết vấn đề và tiếp thu nhiều kiến thức mới, đóng góp lớn vào việc hoàn thành đồ án này.

Chúng em cũng xin chân thành cảm ơn các giảng viên của khoa Điện, trường Đại học Bách khoa Đà Nẵng, những người đã trang bị cho chúng em nền tảng kiến thức chuyên môn vững chắc trong suốt thời gian học tập tại trường.

Cuối cùng, chúng em xin cảm ơn tất cả mọi người đã hỗ trợ và đồng hành cùng chúng em trong suốt quá trình thực hiện đồ án này. Dù đã nỗ lực hết mình, nhưng chắc chắn không thể tránh khỏi những thiếu sót và chúng em rất mong nhận được những ý kiến đóng góp từ quý thầy cô và mọi người để có thể cải thiện và hoàn thiện đồ án này. Một lần nữa, chúng em xin chân thành cảm ơn.

## LỜI CAM ĐOAN LIÊM CHÍNH HỌC THUẬT

Nhóm xin cam đoan:

- Nội dung của đồ án tốt nghiệp này được nhóm thực hiện dưới sự hướng dẫn của TS. Giáp Quang Huy và KS. Lê Quang Kỳ. Tất cả các phần trong đồ án là kết quả của quá trình nghiên cứu và làm việc của nhóm, không có sự sao chép từ bất kỳ nguồn nào và chưa từng được sử dụng trong bất kỳ cuộc thi hay đánh giá nào khác.
- Nhóm cam kết rằng đồ án tốt nghiệp này được thực hiện một cách trung thực và tuân thủ các nguyên tắc học thuật. Tất cả nội dung, thông tin và ý tưởng trong đồ án đều được nghiên cứu kỹ lưỡng và đáng tin cậy.
- Mọi tài liệu tham khảo được sử dụng trong đồ án đều được trích dẫn rõ ràng, đầy đủ thông tin về tác giả, công trình nghiên cứu, thời gian và địa điểm công bố, đảm bảo tính minh bạch và liêm chính trong nghiên cứu học thuật.

Sinh viên thực hiện

Huỳnh Văn Hùng

Đỗ Thiên Phúc Vinh

## MỤC LỤC

TÓM TẮT.....	ii
NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP .....	iii
PHIẾU KIỂM SOÁT TIẾN ĐỘ LÀM ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP.....	v
LỜI NÓI ĐẦU VÀ CẢM ƠN.....	vii
LỜI CAM ĐOAN LIÊM CHÍNH HỌC THUẬT .....	viii
MỤC LỤC .....	ix
DANH SÁCH CÁC BẢNG, HÌNH VẼ.....	xiii
DANH SÁCH CÁC KÝ HIỆU, CHỮ VIẾT TẮT.....	xvii
MỞ ĐẦU .....	1
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN QUY TRÌNH SẢN XUẤT .....	3
1.1 Đặc điểm hệ thống .....	3
1.1.1 Về cơ cấu hoạt động .....	3
1.1.2 Khả năng sản xuất .....	3
1.2 Quy trình sản xuất.....	3
1.2.1 Nguyên liệu nhựa .....	4
1.2.2 Máy trộn nhựa .....	4
1.2.3 Máy đùn nhựa.....	4
1.2.4 Bể làm nguội .....	5
1.2.5 Máy kéo dẫn lần 1 .....	5
1.2.6 Máy ổn định nhiệt.....	5
1.2.7 Máy kéo dẫn lần 2 .....	5
1.2.8 Máy cuộn .....	5
1.2.9 Máy làm dây thùng.....	5
1.3 Kết luận chương 1 .....	10
CHƯƠNG 2: CÁC THÀNH PHẦN TRONG HỆ THỐNG .....	11
2.1 Cấu hình hệ thống .....	11

2.2	Thiết bị cấp trường.....	12
2.2.1	Cảm biến đo lực căng.....	12
2.2.2	Cảm biến phát hiện đứt dây.....	13
2.2.3	Encoder.....	13
2.2.4	Động cơ.....	14
2.3	Thiết bị cấp điều khiển.....	15
2.3.1	PLC (Programmable Logic Controller).....	15
2.3.2	Module truyền thông.....	17
2.3.3	Bộ nguồn.....	18
2.3.4	Biến tần.....	19
2.4	Thiết bị cấp giám sát.....	22
2.4.1	Màn hình HMI.....	22
2.5	Các thiết bị khác.....	23
2.5.1	Thiết bị bảo vệ.....	23
2.5.2	Nút nhấn.....	25
2.5.3	Đèn.....	26
2.6	Tổng hợp các thiết bị.....	27
2.7	Kết luận chương 2.....	27
	<b>CHƯƠNG 3: CƠ SỞ LÝ THUYẾT.....</b>	<b>28</b>
3.1	Sơ đồ toàn hệ thống.....	28
3.2	Phương pháp điều khiển lực căng.....	29
3.2.1	Điều khiển momen.....	29
3.2.2	Điều khiển tốc độ.....	29
3.2.3	Điều khiển bằng PID kết hợp cảm biến lực căng.....	29
3.3	Nguyên lý điều khiển lực căng vòng kín.....	30
3.4	Nguyên lý hoạt động.....	30
3.5	Thuật toán điều khiển PID.....	32
3.5.1	Khâu tỉ lệ (P - Proportional):.....	32

3.5.2	Khâu tích phân (I - Integral):.....	33
3.5.3	Khâu vi phân (D - Derivative):.....	33
3.6	Truyền thông Modbus.....	34
3.6.1	Khái niệm: .....	34
3.6.2	MODBUS RTU.....	34
3.6.3	Khung truyền dữ liệu MODBUS RTU.....	34
3.6.4	Đấu nối truyền thông.....	35
3.7	Cài đặt biến tần .....	36
3.7.1	Cách cài đặt biến tần .....	36
3.7.2	Thông số cài đặt biến tần.....	36
3.8	Xử lý tín hiệu analog.....	37
3.8.1	Hàm NORM_X: .....	37
3.8.2	Hàm SCALE_X.....	38
3.9	Mối quan hệ giữa các đại lượng.....	39
3.9.1	Tính tốc độ động cơ xoắn dây .....	39
3.9.2	Tính toán chiều dài dây thu được.....	41
3.9.3	Giới hạn các thông số đặt.....	42
3.10	Kết luận chương 3.....	44
<b>CHƯƠNG 4: THIẾT KẾ VÀ XÂY DỰNG HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN .....</b>		<b>45</b>
4.1	Sơ đồ thiết kế hệ thống .....	45
4.1.1	Sơ đồ mạch động lực.....	45
4.1.2	Sơ đồ đấu nối PLC .....	46
4.1.3	Sơ đồ đấu nối đèn trạng thái.....	47
4.1.4	Sơ đồ phân bố thiết bị.....	47
4.2	Hình ảnh tủ sau khi hoàn thiện .....	48
4.3	Kết luận chương 4.....	49
<b>CHƯƠNG 5: CHƯƠNG TRÌNH ĐIỀU KHIỂN VÀ GIÁM SÁT .....</b>		<b>50</b>
5.1	Phần mềm TIA PORTAL .....	50

5.2 Cấu hình phần cứng .....	50
5.2.1 Cấu hình PLC .....	50
5.2.2 Cấu hình module truyền thông .....	52
5.3 Lưu đồ thuật toán điều khiển .....	52
5.4 Lập trình chương trình điều khiển .....	54
5.4.1 Khối PID_Compact .....	54
5.4.2 Khối điều khiển truyền thông.....	55
5.4.3 Các Tag và Datablock .....	58
5.4.4 Chương trình điều khiển.....	61
5.5 Thiết kế màn hình giám sát.....	62
5.5.1 Màn hình đăng nhập .....	62
5.5.2 Màn hình chính.....	62
5.5.3 Màn hình nhập thông số .....	63
5.5.4 Màn hình cảnh báo, lỗi .....	65
5.6 Kết luận chương 5 .....	66
KẾT LUẬN .....	67
TÀI LIỆU THAM KHẢO .....	68
PHỤ LỤC	

## DANH SÁCH CÁC BẢNG, HÌNH VẼ

Bảng 2.1 Thông số cảm biến lực căng dây.....	12
Bảng 2.2 Thông số cảm biến phát hiện đứt dây. ....	13
Bảng 2.3 Thông số cảm biến Encoder.....	14
Bảng 2.4 Thông số động cơ.....	15
Bảng 2.5 Thông số PLC S7-1200 CPU 1214C DC/DC/DC. ....	16
Bảng 2.6 Thông số module truyền thông CM 1241. ....	17
Bảng 2.7 Thông số bộ nguồn PM 1207.....	18
Bảng 2.8 Thông số biến tần INVT GD20.....	19
Bảng 2.9 Các Terminal trên mạch điều khiển. ....	20
Bảng 2.10 Thông số màn hình HMI KTP700. ....	22
Bảng 2.11 Thông số MCB Chint NXB-63 16A 6KA 1P. ....	23
Bảng 2.12 Thông số MCB Chint NXB-63 6A 6KA 2P. ....	24
Bảng 2.13 Thông số MCB Chint NXB-63 32A 6KA 2P. ....	25
Bảng 2.14 Thông số nút nhấn LA38-11BN-24V-G. ....	26
Bảng 2.15 Thông số đèn AD16-22DS.....	26
Bảng 2.16 Tổng hợp các thiết bị.....	27
Bảng 3.1 Mã hàm chức năng. ....	35
Bảng 3.2 Thông số cài đặt biến tần. ....	36
Bảng 3.3 Các tham số hàm NORM_X. ....	38
Bảng 3.4 Các tham số hàm SCALE_X. ....	39
Bảng 5.1 Các tham số khối PID_Compact.....	55
Bảng 5.2 Các tham số khối MB_COMM_LOAD.....	56
Bảng 5.3 Các tham số khối MB_MASTER. ....	57
Bảng 5.4 Địa chỉ các thông số của DATA_ADDR.....	58
Bảng 5.5 Các Tag INPUT trong chương trình. ....	58
Bảng 5.6 Các Tag OUTPUT trong chương trình. ....	59
Bảng 5.7 Các Tag TRUNG_GIAN trong chương trình. ....	59
Bảng 5.8 Khối DATA trong chương trình. ....	60
Bảng 5.9 Khối DATA_MODBUS trong chương trình. ....	60

Bảng 5.10 Khối DATA_PID trong chương trình. ....	61
Bảng 5.11 Khối ALARMS. ....	61
.....	
Hình 1.1 Quy trình sản xuất dây thừng. ....	4
Hình 1.2 Cấu tạo máy làm dây thừng. ....	6
Hình 1.3 Các cuộn sợi. ....	6
Hình 1.4 Cánh quay nhóm sợi. ....	7
Hình 1.5 Bộ gom tạo sợi. ....	7
Hình 1.6 Cánh quay tạo sợi. ....	8
Hình 1.7 Pulley kéo dây. ....	8
Hình 1.8 Truyền động xích. ....	9
Hình 1.9 Bộ phận cuộn dây. ....	9
Hình 1.10 Đối tượng nghiên cứu. ....	10
Hình 2.1 Sơ đồ phân cấp hệ thống. ....	11
Hình 2.2 Cảm biến lực căng dây FZTE. ....	12
Hình 2.3 Cảm biến phát hiện đứt dây. ....	13
Hình 2.4 Cảm biến Encoder. ....	14
Hình 2.5 Động cơ. ....	14
Hình 2.6 Các bộ phận PLC. ....	15
Hình 2.7 PLC S7-1200 CPU 1214C DC/DC/DC. ....	16
Hình 2.8 CM 1241 RS422/485. ....	17
Hình 2.9 Bộ nguồn 24VDC PM 1207. ....	18
Hình 2.10 Biến tần INVT GD20. ....	19
Hình 2.11 Sơ đồ nối dây mạch điều khiển. ....	20
Hình 2.12 Màn hình HMI KTP700 Basic. ....	22
Hình 2.13 MCB Chint NXB-63 16A 6KA 1P. ....	23
Hình 2.14 MCB Chint NXB-63 6A 6KA 2P. ....	24
Hình 2.15 MCB Chint NXB-63 32A 6KA 2P. ....	25
Hình 2.16 Nút nhấn LA38-11BN-24V-G. ....	25
Hình 2.17 Đèn AD16-22DS. ....	26
Hình 3.1 Sơ đồ toàn hệ thống. ....	28

Hình 3.2 Điều khiển lực căng vòng kín.....	30
Hình 3.3 Cấu tạo máy thu sợi.....	30
Hình 3.4 Khung truyền MODBUS RTU.....	34
Hình 3.5 Đầu nối truyền thông.....	35
Hình 3.6 Cách cài đặt biến tần.....	36
Hình 3.7 Hàm NORM_X.....	37
Hình 3.8 Phạm vi chuẩn hoá hàm NORM_X.....	38
Hình 3.9 Hàm SCALE_X.....	38
Hình 3.10 Phạm vi chuẩn hoá hàm SCALE_X.....	39
Hình 3.11 Chương trình tính tốc độ động cơ xoắn dây.....	41
Hình 3.12 Chương trình tính toán chiều dài dây thu được.....	42
Hình 3.13 Hệ số bền kéo vật liệu [12].....	43
Hình 4.1 Sơ đồ mạch động lực.....	45
Hình 4.2 Sơ đồ đầu nối PLC.....	46
Hình 4.3 Sơ đồ đầu nối đèn trạng thái.....	47
Hình 4.4 Sơ đồ phân bố thiết bị.....	47
Hình 4.5 Tủ sau khi hoàn thiện.....	48
Hình 4.6 Các thành phần bên trong tủ.....	49
Hình 5.1 Cấu hình phần cứng.....	50
Hình 5.2 Cấu hình địa chỉ PLC.....	51
Hình 5.3 Cấu hình ngõ vào Analog.....	51
Hình 5.4 Cấu hình system memory bits.....	51
Hình 5.5 Cấu hình clock memory bits.....	52
Hình 5.6 Cấu hình module truyền thông.....	52
Hình 5.7 Lưu đồ thuật toán điều khiển.....	53
Hình 5.8 Khối PID_Compact.....	54
Hình 5.9 Khối MB_COMM_LOAD.....	56
Hình 5.10 Khối MB_MASTER.....	57
Hình 5.11 Màn hình đăng nhập.....	62
Hình 5.12 Màn hình chính.....	63
Hình 5.13 Màn hình nhập lực căng.....	64

Hình 5.14 Màn hình nhập chiều dài. ....	64
Hình 5.15 Màn hình nhập độ xoắn. ....	65
Hình 5.16 Màn hình cảnh báo, lỗi. ....	66

## DANH SÁCH CÁC KÝ HIỆU, CHỮ VIẾT TẮT

### CHỮ VIẾT TẮT:

PP: Polypropylene.

PE: Polyethylene.

PLC: Programmable Logic Controller.

PID: Proportional Integral Derivative.

HMI: Human-Machine Interface.

MPM: Meters Per Minute.

TPM: Twists Per Meter.

RPM: Revolutions Per Minute.

I/O: Input/Out.

SF: Safety Factor.

AC: Alternating Current.

DC: Direct Current.

MCB: Miniature Circuit Breaker.

## MỞ ĐẦU

### ❖ Mục đích thực hiện đề tài

Trong sự phát triển mạnh mẽ của cuộc Cách mạng Công nghiệp 4.0, tự động hóa đã trở thành yếu tố then chốt trong việc nâng cao hiệu suất sản xuất, giảm thiểu sai sót và tối ưu hóa quy trình vận hành. Ngành công nghiệp dệt, với đặc thù đòi hỏi độ chính xác cao và sự ổn định trong khâu điều chỉnh lực căng, đang ngày càng ứng dụng các công nghệ điều khiển hiện đại để đáp ứng nhu cầu thị trường. Trong đó, hệ thống máy thu sợi đóng vai trò quan trọng, quyết định chất lượng sợi thành phẩm.

Tuy nhiên, nhiều nhà máy dệt hiện nay vẫn sử dụng các phương pháp điều khiển truyền thống như relay, các bộ điều khiển đơn giản, dẫn đến những hạn chế như:

- Khả năng mở rộng và tùy chỉnh hệ thống kém, gây khó khăn khi cần nâng cấp hoặc thay đổi quy trình.
- Thiếu hệ thống giám sát trực quan, khiến việc phát hiện lỗi và bảo trì trở nên phức tạp.
- Hiệu suất không ổn định, tiêu tốn năng lượng và thời gian vận hành.
- Dễ xảy ra sai sót do thao tác thủ công, ảnh hưởng đến chất lượng cuộn sợi.

Xuất phát từ nhu cầu thực tế đó, đề tài "Ứng dụng Bộ điều khiển PLC S7-1200, WINCC cho Hệ thống điều khiển và giám sát máy thu sợi" được thực hiện nhằm thiết kế một giải pháp tự động hóa toàn diện, góp phần cải thiện chất lượng sản phẩm và tối ưu hóa quy trình sản xuất.

### ❖ Mục tiêu đề tài

- Nâng cao hiệu quả công việc, giúp tự động hoá quá trình vận hành, đảm bảo hoạt động ổn định, liên tục và giảm thiểu sai sót do yếu tố con người.
- Tiết kiệm chi phí, giảm sự phụ thuộc vào nhân lực thủ công từ đó cắt giảm chi phí vận hành và tối ưu hoá hiệu quả kinh tế.
- Giao diện HMI của WinCC cho phép hiển thị trực quan các thông số vận hành giúp người vận hành dễ dàng theo dõi, phát hiện sự cố và điều chỉnh kịp thời.

### ❖ Phạm vi và đối tượng nghiên cứu

Trong khuôn khổ đề tài này, nghiên cứu sẽ tập trung vào việc:

- Ứng dụng bộ điều khiển PLC S7-1200 để điều khiển lực căng dây.
- Điều khiển biến tần bằng truyền thông Modbus thông qua PLC.
- Thuật toán PID đảm bảo chất lượng.

- Lập trình điều khiển hệ thống bằng phần mềm TIA PORTAL.
- Thiết kế màn hình giám sát và điều khiển trên HMI.

❖ **Phương pháp nghiên cứu**

Để đạt được các mục tiêu đã đề ra, đề án sẽ áp dụng phương pháp nghiên cứu kết hợp với phân tích yêu cầu, thiết kế và triển khai. Cụ thể, các bước nghiên cứu bao gồm:

- Tìm hiểu quy trình làm dây thừng.
- Thiết kế cấu hình hệ thống.
- Thiết kế bản vẽ cho hệ thống.
- Thi công lắp đặt tủ điều khiển.
- Lập trình điều khiển và thiết kế màn hình giám sát.
- Kết luận, đánh giá hiệu quả hệ thống.

❖ **Cấu trúc của đề án tốt nghiệp**

- MỞ ĐẦU
- CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN QUY TRÌNH SẢN XUẤT
- CHƯƠNG 2: CÁC THÀNH PHẦN TRONG HỆ THỐNG
- CHƯƠNG 3: CƠ SỞ LÝ THUYẾT
- CHƯƠNG 4: THIẾT KẾ VÀ XÂY DỰNG HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN
- CHƯƠNG 5: CHƯƠNG TRÌNH ĐIỀU KHIỂN VÀ GIÁM SÁT
- KẾT LUẬN

## CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN QUY TRÌNH SẢN XUẤT

### 1.1 Đặc điểm hệ thống

#### 1.1.1 Về cơ cấu hoạt động

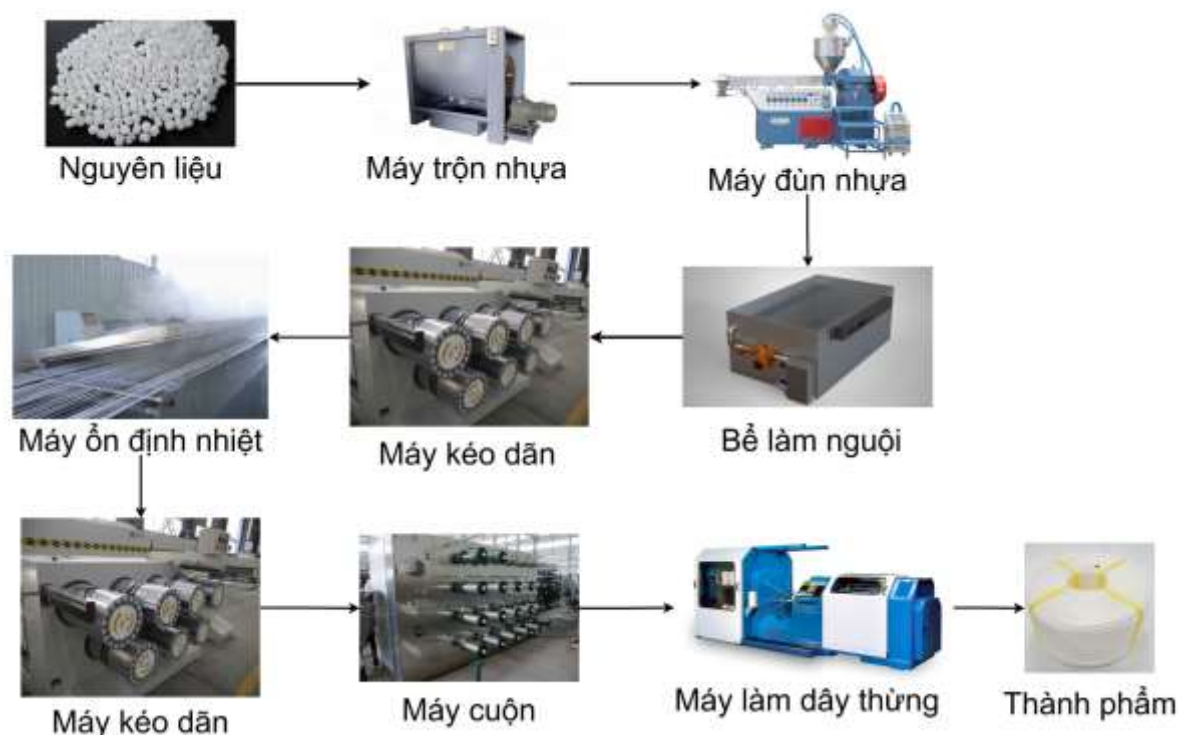
- Nguyên lý xoắn kép: Máy thường hoạt động theo cơ chế xoắn hai cấp (xoắn sợi thành strand, xoắn strand thành rope).
- Chuyển động quay là yếu tố chính trong việc tạo dây – toàn bộ đầu xoắn hoặc trục quay có thể chuyển động quay liên tục hoặc quay đảo chiều.

#### 1.1.2 Khả năng sản xuất

- Có thể sản xuất dây thừng từ các loại vật liệu khác nhau:
  - Sợi tự nhiên: dừa, sisal, bông.
  - Sợi tổng hợp: nylon, PP, PE, polyester.
- Kích cỡ dây đa dạng (từ vài mm đến vài cm đường kính).
- Một số máy có thể sản xuất nhiều dây cùng lúc (multi-line).

### 1.2 Quy trình sản xuất

Để hiểu rõ quy trình sản xuất dây thừng [1] từ nguyên liệu nhựa đến thành phẩm, chúng ta sẽ cùng phân tích từng công đoạn cụ thể trong hệ thống máy làm dây thừng hiện đại. Dưới đây là từng giai đoạn làm dây.



Hình 1.1 Quy trình sản xuất dây thừng.

### 1.2.1 Nguyên liệu nhựa

Quá trình bắt đầu bằng việc chuẩn bị nguyên liệu nhựa, thường là các hạt nhựa polymer như polypropylene (PP) hoặc polyethylene (PE). Nhựa có thể ở dạng nguyên sinh hoặc tái chế, tùy theo yêu cầu sản phẩm. Nguyên liệu được kiểm tra kỹ lưỡng về độ tinh khiết, kích thước hạt và màu sắc để đảm bảo chất lượng đầu vào. Các phụ gia như chất ổn định nhiệt, chất chống tia UV, hoặc bột màu cũng được chuẩn bị sẵn để pha trộn.

### 1.2.2 Máy trộn nhựa

Nguyên liệu nhựa cùng các phụ gia được đưa vào máy trộn. Quá trình trộn diễn ra ở nhiệt độ phòng hoặc được gia nhiệt nhẹ để đảm bảo các thành phần phân bố đồng đều. Thời gian trộn được kiểm soát chặt chẽ để tránh quá tải nhiệt hoặc phân hủy phụ gia. Hỗn hợp sau khi trộn phải đạt độ đồng nhất cao, không vón cục và sẵn sàng cho công đoạn đùn.

### 1.2.3 Máy đùn nhựa

Hỗn hợp nhựa được đưa vào máy đùn trục vít, nơi nhiệt độ được tăng dần theo các zone nhiệt (thường từ 150°C đến 250°C tùy loại nhựa). Nhựa nóng chảy được ép qua khuôn đầu đùn có lỗ định hình, tạo thành các sợi nhựa liên tục. Áp suất đùn và tốc

độ trục vít được điều chỉnh để kiểm soát đường kính sợi. Quá trình này còn giúp loại bỏ bọt khí và ổn định cấu trúc polymer.

#### **1.2.4 Bể làm nguội**

Các sợi nhựa nóng chảy sau khi ra khỏi khuôn được nhúng ngay vào bể nước làm nguội có nhiệt độ kiểm soát (thường 20-30°C). Quá trình làm nguội nhanh giúp định hình cấu trúc tinh thể của nhựa, tăng độ bóng bề mặt và giảm ứng suất bên trong. Nước trong bể được tuần hoàn và lọc để đảm bảo chất lượng làm nguội ổn định.

#### **1.2.5 Máy kéo dẫn lần 1**

Sợi nhựa được kéo qua hệ thống con lăn có tốc độ khác nhau. Quá trình này làm giảm đường kính sợi, đồng thời sắp xếp lại các chuỗi polymer theo hướng kéo, giúp tăng độ bền kéo đứt và độ dai va đập. Nhiệt độ kéo dẫn được kiểm soát bằng đèn hồng ngoại hoặc buồng gia nhiệt.

#### **1.2.6 Máy ổn định nhiệt**

Sợi nhựa sau khi kéo dẫn được đưa qua buồng ổn định nhiệt ở nhiệt độ dưới điểm nóng chảy (thường 90-120°C). Quá trình này giúp giảm ứng suất dư, ổn định kích thước sợi và cải thiện độ ổn định nhiệt của sản phẩm. Thời gian lưu nhiệt được tính toán chính xác để tránh quá tải nhiệt gây giảm chất lượng.

#### **1.2.7 Máy kéo dẫn lần 2**

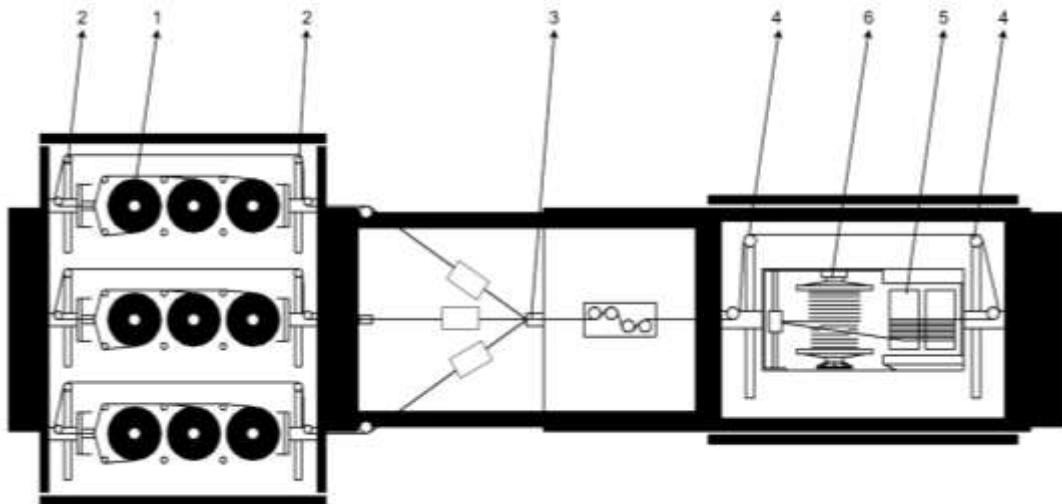
Sợi nhựa tiếp tục được kéo dẫn với tỷ lệ thấp hơn (1.5:1 đến 2:1) để hoàn thiện đường kính và độ bền. Giai đoạn này sử dụng hệ thống con lăn chính xác có bộ điều khiển tốc độ tự động, đảm bảo độ đồng đều giữa các sợi. Nhiệt độ kéo dẫn được điều chỉnh phù hợp với tính chất nhựa sau khi đã qua xử lý nhiệt.

#### **1.2.8 Máy cuộn**

Các sợi nhựa thành phẩm được đưa vào máy cuộn tự động với hệ thống cảm biến điều chỉnh lực căng. Sợi được cuộn đồng đều lên lõi nhựa hoặc giấy với chiều dài tiêu chuẩn. Máy tích hợp bộ đếm chiều dài và tự động cắt khi đạt yêu cầu. Các cuộn sợi được kiểm tra độ đồng tâm và cân nặng trước khi chuyển sang công đoạn sau.

#### **1.2.9 Máy làm dây thừng**

Máy làm dây thừng [2] có 2 phần chính là phần tạo sợi (Stranding Section) và phần bện dây (Closing Section).



Hình 1.2 Cấu tạo máy làm dây thừng.

Các thành phần trong máy làm dây thừng gồm có:

1. Cuộn sợi:

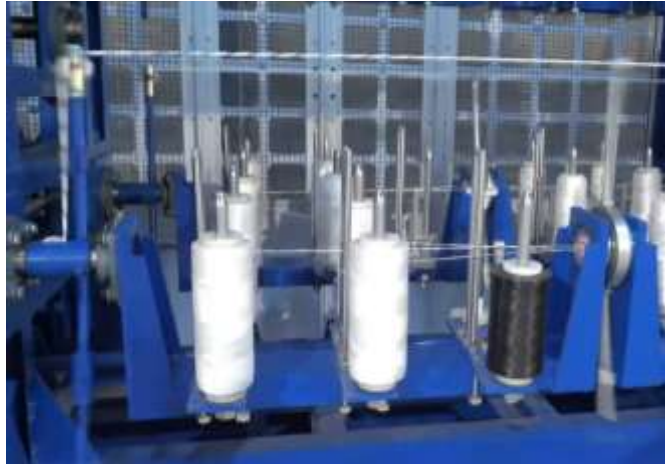


Hình 1.3 Các cuộn sợi.

Các cuộn sợi được làm ra từ công đoạn phía trước được đặt vào khung đỡ trong máy làm dây thừng, số lượng các cuộn sợi tùy thuộc vào các yếu tố sau:

- Cấu trúc dây thừng loại xoắn 3 tao, 4 tao hay dạng bện. Ví dụ dây thừng 3 tao, mỗi tao có 20 sợi, tổng số cuộn sợi cần =  $3 \times 20 = 60$  cuộn.
- Đường kính dây thừng càng lớn thì cần số lượng cuộn sợi càng nhiều.

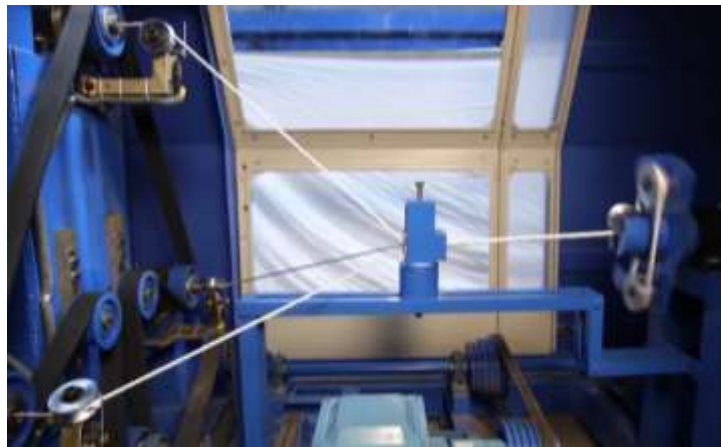
## 2. Cánh quay cho nhóm sợi:



Hình 1.4 Cánh quay nhóm sợi.

Có 2 cánh quay ở 2 đầu của khung đỡ, cho nhóm sợi vào đi cánh quay bên trái rồi qua cánh quay bên phải, động cơ xoắn dây hoạt động sẽ quay 2 cánh quay này thì khi đó các nhóm sợi được xoắn lại thành một tao sợi. Tùy thuộc vào dây thừng 3 tao hay 4 tao sẽ có tương ứng 3 hay 4 khâu xoắn nhóm sợi để tạo ra các tao sợi.

## 3. Bộ gom tao sợi:



Hình 1.5 Bộ gom tao sợi.

Các tao sợi được đưa vào bộ gom này để gom lại thành một để đảm bảo sợi không bị rối trước khi vào cánh quay.

#### 4. Cánh quay cho tạo sợi:



Hình 1.6 Cánh quay tạo sợi.

Sau khi các tạo sợi được gom đưa lại vào cánh quay bên trái rồi sang cánh quay bên phải, khi quay 2 cánh quay này thì các tạo sợi xoắn lại với nhau, chiều quay này ngược lại với chiều quay để xoắn các nhóm sợi vì để cân bằng lực xoắn không để dây thường xoắn lại.

#### 5. Bộ phận kéo dây:



Hình 1.7 Pulley kéo dây.

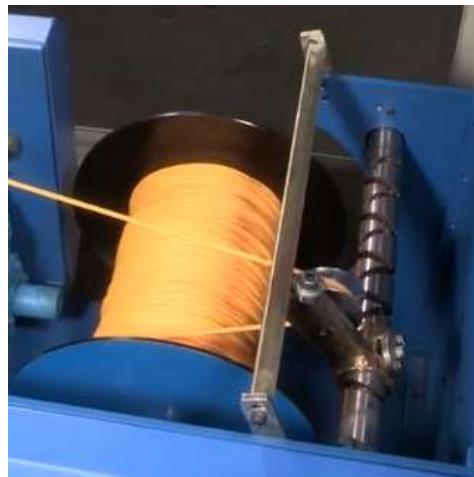
Gồm có các trục lăn có rãnh để hướng dây qua hệ thống kéo mà không bị trượt, tăng độ bám mà không cần siết chặt dây. Hỗ trợ duy trì lực căng ổn định khi kéo dây.



Hình 1.8 Truyền động xích.

Truyền động xích là một cơ cấu truyền chuyển động quay từ một trục chủ động sang trục bị động thông qua bánh xích và sợi xích. Trong máy làm dây thừng, truyền động xích được dùng để đồng bộ chuyển động giữa bộ phận kéo dây và bộ phận cuộn dây.

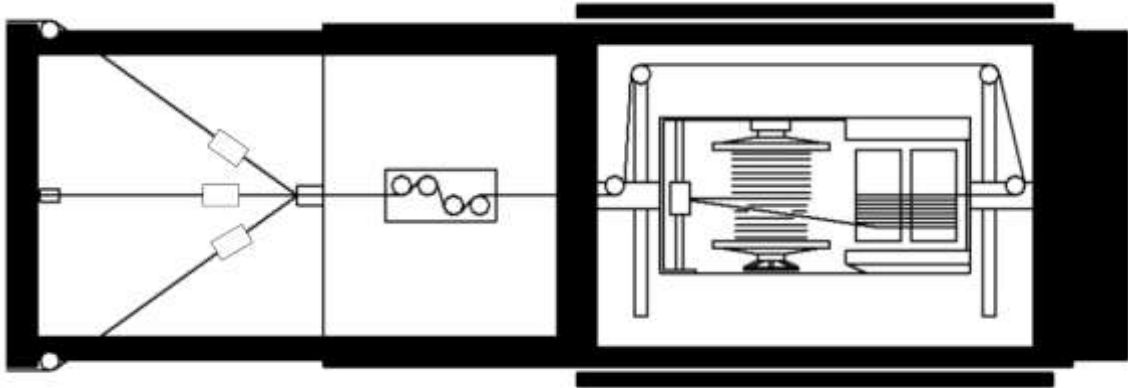
#### 6. Bộ phận cuộn dây:



Hình 1.9 Bộ phận cuộn dây.

Dây sau khi đi qua bộ phận kéo dây được đưa vào cơ cấu dẫn hướng tịnh tiến là bộ phận giúp sợi dây thừng phân bố đều khi được cuộn vào ống (bobbin) hoặc cuộn lớn. Thay vì để dây cuộn chồng lên nhau, cơ cấu này di chuyển ngang qua lại (trái-phải) theo trục cuộn, nhờ đó dây thừng được xếp thành từng lớp đều đẹp, không rối, không chồng chéo, động cơ cuộn dây quay với tốc độ phù hợp, đồng bộ với tốc độ kéo dây để tránh dây bị đứt hoặc cuộn không đều.

- Đề tài tập trung nghiên cứu điều khiển phần thu sợi của máy làm dây thừng sản xuất dây nhựa Polypropylene (PP) có đường kính 6mm.



Hình 1.10 Đối tượng nghiên cứu.

### 1.3 Kết luận chương 1

Trong chương này, đã trình bày toàn diện về nguyên lý hoạt động và quy trình sản xuất dây thừng nhựa trên hệ thống máy làm dây thừng. Nguyên lý xoắn kép – gồm xoắn sợi thành tao và xoắn tao thành dây – là yếu tố then chốt tạo nên cấu trúc cơ học bền chắc cho dây thừng.

Quy trình sản xuất bắt đầu từ việc chuẩn bị nguyên liệu nhựa, qua các công đoạn xử lý như đùn, kéo dẫn, ổn nhiệt, cho đến khi tạo thành sợi hoàn chỉnh. Các sợi này sau đó được đưa vào máy làm dây thừng, trải qua các bước xoắn nhóm sợi, gom tao sợi, xoắn tao sợi và cuộn dây, tạo thành sản phẩm hoàn chỉnh với đường kính theo yêu cầu.

Chương này cũng đã phân tích chi tiết cấu tạo và chức năng của từng bộ phận chính trong máy làm dây thừng, từ bộ cấp sợi, hệ thống xoắn, bộ kéo, cho đến cơ cấu cuộn dây. Đây là cơ sở quan trọng để đề tài tiếp tục nghiên cứu chuyên sâu vào bài toán điều khiển hệ thu sợi, đảm bảo dây được cuộn đều, đúng lực căng, tránh đứt gãy, đặc biệt đối với dây thừng PP đường kính 6mm.

## CHƯƠNG 2: CÁC THÀNH PHẦN TRONG HỆ THỐNG

### 2.1 Cấu hình hệ thống

Cấu hình hệ thống bao gồm 3 cấp : Cấp trường (Field), cấp điều khiển (Control) và cấp giám sát (Supervisory).



Hình 2.1 Sơ đồ phân cấp hệ thống.

- Cấp Trường (Field Level) là cấp thấp nhất, gần với thiết bị vật lý trong quá trình sản xuất. Thành phần chính bao gồm cảm biến encoder, loadcell, cảm biến phát hiện đứt sợi và động cơ. Encoder, Loadcell có chức năng đo tốc độ, lực căng dây và gửi tín hiệu về bộ điều khiển, trong khi động cơ thực hiện các chuyển động cơ học theo lệnh điều khiển. Chức năng chính của cấp này là thu thập dữ liệu từ quá trình sản xuất và thực thi lệnh điều khiển từ cấp trên.

- Cấp Điều khiển (Control Level) đóng vai trò xử lý tín hiệu và điều khiển thiết bị. Thành phần chính bao gồm PLC, biến tần. PLC nhận dữ liệu từ cảm biến, xử lý theo chương trình điều khiển, thuật toán điều khiển PID và gửi lệnh đến biến tần để điều chỉnh tốc độ động cơ, đảm bảo quá trình vận hành tự động, ổn định và chính xác.
- Cấp Giám sát (Supervisory Level) có nhiệm vụ giám sát, hiển thị và điều khiển quá trình vận hành. Thành phần chính bao gồm HMI để hiển thị thông tin quá trình, cho phép người vận hành theo dõi trạng thái thiết bị, nhập lệnh điều khiển và nhận cảnh báo sự cố. Đây là giao diện trực quan giữa con người và máy, giúp giám sát và điều khiển hệ thống dễ dàng, hiệu quả.

## 2.2 Thiết bị cấp trường

### 2.2.1 Cảm biến đo lực căng

- Cảm biến lực căng dây là một thiết bị dùng để đo lực kéo tác động lên dây trong quá trình hoạt động của máy móc, đặc biệt trong các hệ thống như máy làm dây thừng, máy cuốn cáp, máy dệt, v.v.
- Lựa chọn thiết bị: Cảm biến lực căng dây FZTE [3].



Hình 2.2 Cảm biến lực căng dây FZTE.

- Thông số thiết bị:

Bảng 2.1 Thông số cảm biến lực căng dây.

Danh mục	Thông số
Model	FZTE
Loại	Cảm biến lực căng dây (Rope tension sensor)
Ứng dụng	Đo lực căng
Hướng tải	Lực kéo (Tensile force)
Tín hiệu đầu ra	0-10V
Độ lặp lại	0.2% F.S.
Điện áp kích thích	24V DC
Dải đo	0~2kN

- Số lượng: 1

### 2.2.2 Cảm biến phát hiện đứt dây

- Cảm biến phát hiện đứt dây là thiết bị dùng để phát hiện sự gián đoạn hoặc đứt rời của sợi dây trong quá trình sản xuất, đặc biệt trong máy se dây, máy cuộn, máy dệt, máy kéo sợi, máy làm dây thừng...
- Lựa chọn thiết bị: Cảm biến phát hiện đứt dây A-424-8839 [4].



Hình 2.3 Cảm biến phát hiện đứt dây.

- Thông số thiết bị:

Bảng 2.2 Thông số cảm biến phát hiện đứt dây.

Danh mục	Thông số
Mã sản phẩm	A-424-8839
Kích thước	45x50mm
Điện áp	18-30VDC
Dòng điện	1.2A
Ngõ ra	PNP

- Số lượng: 3

### 2.2.3 Encoder

- Encoder (bộ mã hóa) là một thiết bị dùng để chuyển đổi chuyển động cơ học (như quay hoặc tịnh tiến) thành tín hiệu điện, thường là xung hoặc tín hiệu analog/số, nhằm mục đích đo lường vị trí, tốc độ hoặc hướng chuyển động của một trục hoặc cơ cấu chuyển động nào đó.
- Lựa chọn thiết bị: Encoder Omron E6B2-CWZ6C 600P/R 2M [5].



Hình 2.4 Cảm biến Encoder.

- Thông số thiết bị:

Bảng 2.3 Thông số cảm biến Encoder.

Danh mục	Thông số
Nguồn cấp	24VDC
Hình dạng	Loại trục
Độ phân giải	600 pulses/rotation
Số pha đầu ra	A,B,Z phase
Loại đầu ra	NPN open collector output
Loại	Phát xung tương đối
Đường kính trục	6mm
Đường kính thân	40mm
Tần số đáp ứng lớn nhất	100kHz
Tốc độ cho phép lớn nhất	6000rpm
Cấp bảo vệ	IP50
Tiêu chuẩn	CE

- Số lượng: 2

#### 2.2.4 Động cơ

- Lựa chọn thiết bị: Động cơ điện 3 pha 11 kW Toàn Phát.



Hình 2.5 Động cơ.

- Thông số thiết bị:

Bảng 2.4 Thông số động cơ.

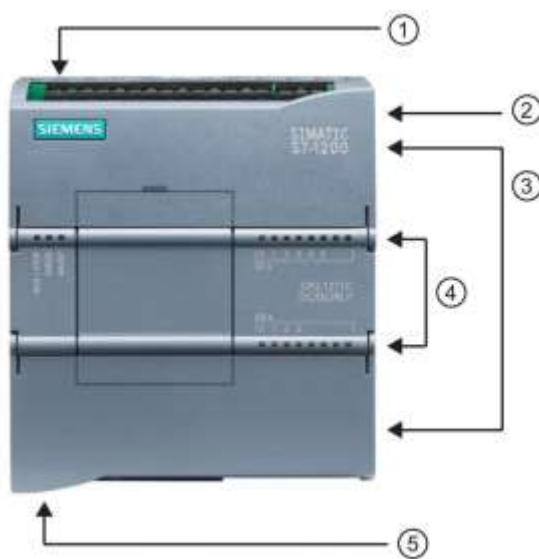
Danh mục	Thông số
Thương hiệu	TOÀN PHÁT
Công suất	11kw – 15HP
Tốc độ	1480 rpm
Điện áp đầu vào	380V/660V
Tần số	50Hz, 60Hz
Hiệu suất	88.6%
Hệ số công suất	0.84
Cấp cách điện	F, C
Tiêu chuẩn sản xuất	IEC 60034-1
Cấp bảo vệ	IP55, IP56

- Số lượng: 2

## 2.3 Thiết bị cấp điều khiển

### 2.3.1 PLC (Programmable Logic Controller)

- PLC (Programmable Logic Controller) là thiết bị điện tử dùng để điều khiển các hệ thống tự động trong công nghiệp. Khác với các bộ điều khiển thông thường, PLC có khả năng lập trình linh hoạt, giúp thực hiện các phép toán logic, kiểm soát trình tự hoạt động và giám sát quá trình sản xuất một cách chính xác. Nhờ tính linh hoạt và độ tin cậy cao, PLC được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực công nghiệp khác nhau.



1. Bộ phận kết nối nguồn.
2. Khe cắm thẻ nhớ dưới nắp che.
3. Các bộ phận kết nối nối dây của người dùng có thể tháo được (phía sau các nắp che).
4. Các LED trạng thái dành cho I/O tích hợp.
5. Bộ phận kết nối PROFINET.

Hình 2.6 Các bộ phận PLC.

- Lựa chọn thiết bị: PLC S7-1200 CPU 1214C DC/DC/DC [6].



Hình 2.7 PLC S7-1200 CPU 1214C DC/DC/DC.

- Thông số thiết bị:

Bảng 2.5 Thông số PLC S7-1200 CPU 1214C DC/DC/DC.

Tính năng		Thông số
Kích thước vật lý		100 × 100 × 75 mm
Bộ nhớ	Bộ nhớ làm việc	100 KB
	Bộ nhớ nạp	4 MB
	Bộ nhớ giữ lại	10 KB
I/O tích hợp	Kiểu vào số	14
	Kiểu ra số	10
	Kiểu vào tương tự	2
	Kiểu ra tương tự	0
Mở rộng	Module mở rộng vào ra (SM)	8
	Bảng tín hiệu (SB)	Hỗ trợ 1 SB/BB/CB
	Module truyền thông (CM)	Tối đa 3 module (trái)
Tốc độ xử lý	Boolean Logic	0.08 μs/lệnh
	Phép toán thực	2.3 μs/lệnh
Giao tiếp	Cổng PROFINET Ethernet	1 cổng
	Thẻ nhớ	Hỗ trợ SIMATIC Memory Card

- Số lượng: 1

### 2.3.2 Module truyền thông

- Module truyền thông là một thiết bị giao tiếp được tích hợp vào hệ thống điều khiển để hỗ trợ kết nối chuẩn RS485, giúp truyền dữ liệu ổn định, chống nhiễu và kết nối được với nhiều thiết bị trên cùng một đường truyền.
- Lựa chọn thiết bị: CM 1241 RS422/485 [10].



Hình 2.8 CM 1241 RS422/485.

- Thông số thiết bị:

Bảng 2.6 Thông số module truyền thông CM 1241.

Danh Mục	Thông Số
Tên Sản Phẩm	CM 1241 RS422/485
Mã sản phẩm	6ES7241-1CH32-0XB0
Điện Áp Cung Cấp	24V DC (20.4V – 28.8V)
Dòng Tiêu Thụ	220 mA (từ bus nền 5V DC)
Công Suất Tiêu Hao	1.1 W
Chuẩn Giao Tiếp	RS422/485 (X27)
Số Cổng	1
Chiều Dài Cáp Tối Đa	1.000 m
Giao Thức Hỗ Trợ	Freeport, ASCII, Modbus RTU (Master/Slave), USS
Freeport/3964(R)	Telegram tối đa: 1 KB; Bit/character: 7/8; Stop bit: 1/2; Parity: tùy chọn
Modbus RTU Master	Địa chỉ: 1–49.999; Số thiết bị tối đa: 247 (32/segment)
LED Báo Trạng Thái	Có
Chỉ Số Bảo Vệ (IP)	IP20
Kích Thước	30 mm (rộng) × 100 mm (cao) × 75 mm (sâu)

- Số lượng: 1

### 2.3.3 Bộ nguồn

- Bộ nguồn có chức năng chuyển đổi điện áp AC thành DC cung cấp nguồn ổn định cho các thiết bị điều khiển như PLC và HMI trong hệ thống công nghiệp, đảm bảo hoạt động liên tục và an toàn.
- Lựa chọn thiết bị: Bộ nguồn 24VDC PM 1207 [8].



Hình 2.9 Bộ nguồn 24VDC PM 1207.

- Thông số thiết bị:

Bảng 2.7 Thông số bộ nguồn PM 1207.

Danh Mục		Thông Số
Loại điện áp cấp		1 pha xoay chiều (1-phase AC)
Điện áp cung cấp		Tự động chọn dải (120 V/230 V)
Tần số dòng điện		50/60 Hz
Dòng điện đầu vào	Ở 120V	1.2 A
	Ở 230V	0.67 A
Dòng khởi động		≤ 13 A (trong 3 ms)
Loại điện áp đầu ra		DC ổn định, cách ly
Điện áp đầu ra danh định		24 VDC
Độ ổn định điện áp	Sai số tổng	≤ 3%
	Dao động chậm do tải/nguồn	≤ 0.1% / 0.2%
Dòng điện đầu ra		0 – 2.5 A
Công suất đầu ra		60 W
Quá tải ngắn hạn		6 A (100 ms)
Thời gian khởi động		10 ms (tăng áp)
Kích thước		70 × 100 × 75 mm

- Số lượng: 1

### 2.3.4 Biến tần

- Biến tần (Inverter) là thiết bị điện tử dùng để điều khiển tốc độ động cơ xoay chiều (AC) bằng cách thay đổi tần số và điện áp cung cấp cho động cơ. Nguyên lý hoạt động của biến tần bao gồm ba giai đoạn chính: chỉnh lưu điện áp xoay chiều (AC) thành một chiều (DC), lọc điện áp DC, sau đó nghịch lưu DC trở lại AC với tần số và điện áp có thể điều chỉnh được.
- Lựa chọn thiết bị: INVT GD20-0R7G-S2-BK 0.75kW 1 Pha 220V [9].



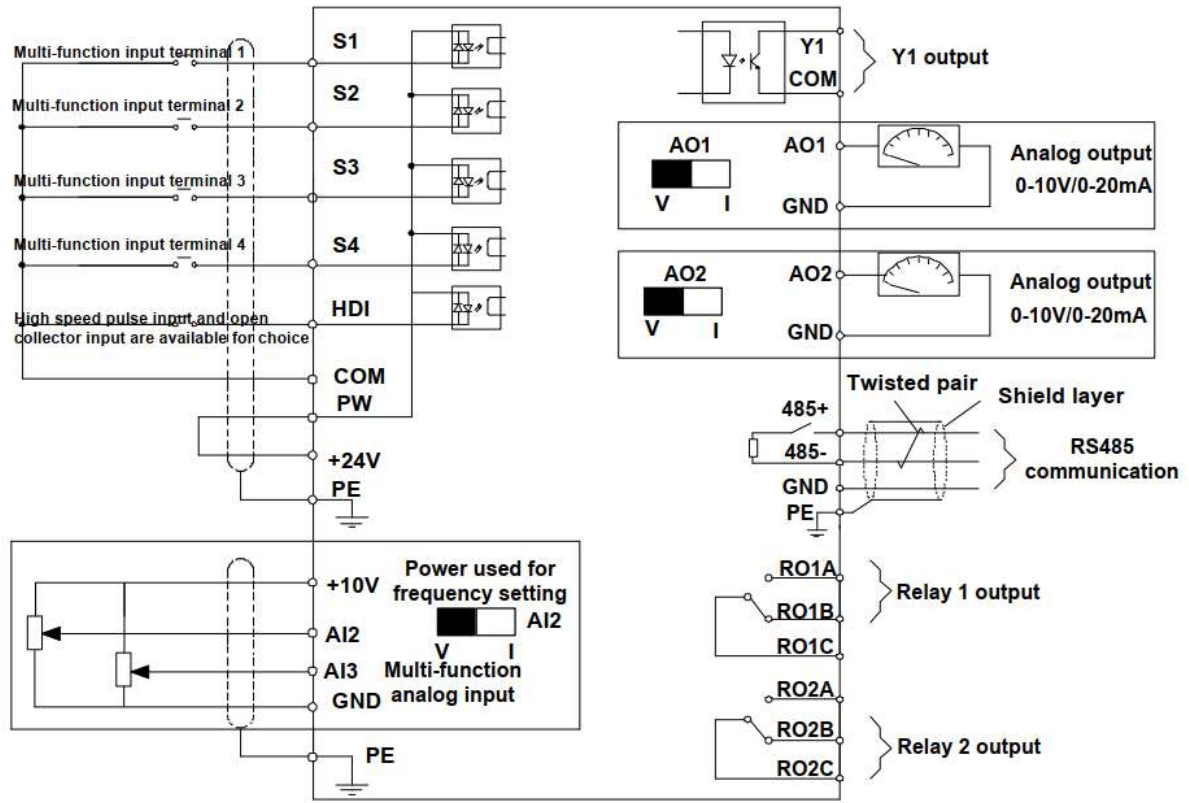
Hình 2.10 Biến tần INVT GD20.

- Thông số thiết bị:

Bảng 2.8 Thông số biến tần INVT GD20.

Danh mục	Thông số
Model	GD20-0R7G-S2-BK
Series	GD20
Công suất	0.75 kW
Điện áp ngõ vào	1 pha 220 V
Điện áp ngõ ra	3 pha 220 V
Dòng điện ngõ vào	9.3 A
Dòng điện ngõ ra	4.2 A
Tần số ra	0.1-400Hz
Momen khởi động	150%, 0.5Hz, (SVC)
Khả năng chịu quá tải	60s với 150% dòng định mức 10s với 180% dòng định mức 1s với 200% dòng định mức
Tích hợp sẵn	Keypad Bộ điều khiển thắng (Breaking Unit) Cổng truyền thông RS-485 Bộ lọc EMC
Kiểu điều khiển	V/F (SVPWM)
Số cổng I/O	13
Kích thước	80 x 160 x 123.5 mm

- Số lượng: 2
- Sơ đồ nối dây mạch điều khiển



Hình 2.11 Sơ đồ nối dây mạch điều khiển.

Bảng 2.9 Các Terminal trên mạch điều khiển.

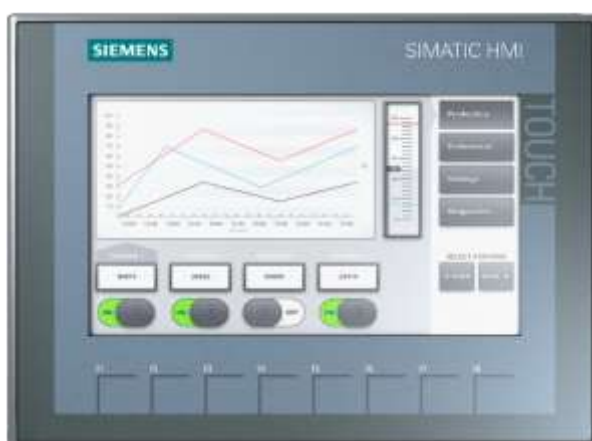
Kiểu	Tên Terminal	Mô tả chức năng	Đặc tính kỹ thuật
Giao tiếp	485+	Giao tiếp RS485	Giao tiếp RS485
	485-		
Tín hiệu số ngõ vào/ngõ ra	S1	Ngõ vào số	Trở kháng bên trong 3.3kΩ 12~30V. Điện áp ngõ vào phù hợp Thiết bị đầu cuối Tần số Max: 1kHz
	S2		
	S3		
	S4		
	HDI	Ngõ vào đọc xung tốc độ cao	Terminal có thể được sử dụng như ngõ vào đọc xung tốc độ cao với tần số Max: 50kHz
PW	Nguồn cấp điện áp	Cung cấp điện áp ngoài Dải điện áp: 12~30V	
Y1	Ngõ ra số	Thông số định mức: 50mA/30V	

Nguồn điện áp 24V	+24V	Nguồn điện áp 24VDC	Nguồn điện áp 24V sai số 10% và dòng điện ngõ ra lớn nhất là 200mA. Thông thường được sử dụng cho các chân ngõ vào và ngõ ra số hoặc nguồn điện áp cho cảm biến
	COM		
Tín hiệu tương tự ngõ vào/ngõ ra	+10V	Nguồn cấp điện áp	Điện áp cấp 10V và dòng điện ngõ ra lớn nhất là 50mA
	AI2	Ngõ vào tín hiệu tương tự	Dải ngõ vào: AI2 điện áp và dòng điện có thể được chọn là 0~10V/0~20mA AI3: -10V~+10V Trở kháng đầu vào 20kΩ, dòng điện đầu vào 500Ω Điện áp hoặc dòng điện đầu vào có thể được cài đặt bởi công tắc Độ phân giải: Min AI2/AI3 là 10mV/20mV khi 10V tương ứng tần số 50Hz
	AI3		
	GND	Chân chung analog	Chân chung analog
	AO1	Ngõ ra tín hiệu tương tự	Dải ngõ ra 0~10V hoặc 0~20mA Điện áp hoặc dòng điện ngõ ra được lựa chọn thông qua công tắc Sai số cho phép là ± 1%, 25°C
	AO2		
Relay ngõ ra	RO1A	Relay 1 NO	Nhóm relay RO1 gồm RO1A NO, RO1B NC và RO1C chân chung Nhóm relay RO2 gồm RO2A NO, RO2B NC và RO2C chân chung Thông số chuẩn: 3A/AC250V
	RO1B	Relay 1 NC	
	RO1C	Chân chung Relay 1	
	RO2A	Relay 2 NO	
	RO2B	Relay 2 NC	
	RO2C	Chân chung Relay 2	

## 2.4 Thiết bị cấp giám sát

### 2.4.1 Màn hình HMI

- HMI là một thiết bị giao tiếp giữa người vận hành và máy móc thiết bị, cho phép người vận hành có thể dễ dàng kiểm soát các thiết bị và máy móc, đồng thời nhận được thông tin phản hồi từ các thiết bị và máy móc.
- Lựa chọn thiết bị: Từ bộ điều khiển ta đã lựa chọn ở trên là PLC S7-1200 thì ta lựa chọn màn hình HMI là SIMATIC HMI KTP700 Basic [10] vì phù hợp với PLC S7-1200, cung cấp giao diện trực quan để quản lý và giám sát hệ thống.



Hình 2.12 Màn hình HMI KTP700 Basic.

- Thông số thiết bị:

Bảng 2.10 Thông số màn hình HMI KTP700.

Danh mục	Thông Số
Tên sản phẩm	KTP700 Basic color PN
Loại màn hình	TFT widescreen, LED backlight
Kích thước màn hình	7 inch (154.1 mm × 85.9 mm)
Tuổi thọ đèn nền (MTBF)	20,000 giờ (ở 25°C)
Điện áp định mức	24V DC (19.2V – 28.8V)
Dòng tiêu thụ	230 mA
Công suất tiêu thụ	5.5 W
Cổng PROFINET	1
Cổng USB	1 (hỗ trợ USB ≤16GB)
Giao thức hỗ trợ	PROFINET, EtherNet/IP, Modbus TCP/IP, TCP/IP, DHCP, DCP, LLDP
Cảm ứng điện trở	Có
Bộ nhớ người dùng	10 MB
Hỗ trợ cấu hình	WinCC Basic V13/STEP 7 Basic V13
Chỉ số IP	IP65 (mặt trước), IP20 (mặt sau)
Kích thước (W×H×D)	214 mm × 158 mm × 39 mm

- Số lượng: 1

## 2.5 Các thiết bị khác

### 2.5.1 Thiết bị bảo vệ

MCB (Miniature Circuit Breaker) là thiết bị bảo vệ điện tự động ngắt mạch, được sử dụng để ngăn chặn quá tải hoặc ngắn mạch trong hệ thống điện. MCB thường được dùng trong mạng điện dân dụng và công nghiệp, và có vai trò quan trọng trong việc bảo vệ hệ thống và các thiết bị điện.

#### 2.5.1.1 MCB bảo vệ biến tần

- Lựa chọn thiết bị:
- Dựa theo dòng vào định mức của biến tần tra từ manual, ta tính được dòng MCB:

$$I_{\text{MCB}} \geq I_{\text{dm}} \times 1.5 = 9.3 \times 1.5 = 13.95 \text{ (A)} \quad (2.1)$$

→ Chọn MCB Chint NXB-63 16A 6KA 1P.



Hình 2.13 MCB Chint NXB-63 16A 6KA 1P.

- Thông số thiết bị:

Bảng 2.11 Thông số MCB Chint NXB-63 16A 6KA 1P.

Danh mục	Thông số
Tên	MCB NXB-63-1 pha-16A dòng cắt 6KA
Nhà sản xuất	Chint
Dòng điện định mức (A)	16 A
Điện áp định mức (V)	240/415 V
Số cực	1
Dòng cắt ngắn mạch	6KA
Tiêu chuẩn	IEC 60898-1

- Số lượng: 2

### 2.5.1.2 MCB bảo vệ bộ nguồn 24VDC

- Lựa chọn thiết bị:
- Dựa theo dòng vào định mức của bộ nguồn PM 1207 tra từ manual, ta có được dòng MCB là:

$$I_{\text{MCB}} \geq I_{\text{dm}} \times 1.5 = 0.67 \times 1.5 = 1.005 \text{ (A)} \quad (2.2)$$

→ Chọn MCB Chint NXB-63 6A 6KA 2P.



Hình 2.14 MCB Chint NXB-63 6A 6KA 2P.

- Thông số thiết bị:

Bảng 2.12 Thông số MCB Chint NXB-63 6A 6KA 2P.

Danh mục	Thông số
Tên	MCB NXB-63-2 pha-6A dòng cắt 6KA
Nhà sản xuất	Chint
Dòng điện định mức (A)	6 A
Điện áp định mức (V)	240/415 V
Số cực	2
Dòng cắt ngắn mạch	6KA
Tiêu chuẩn	IEC 60898-1

- Số lượng: 1

### 2.5.1.3 MCB tổng cho hệ thống

- Lựa chọn thiết bị:
- Xác định dòng điện tổng.
  - Ta có 2 MCB bảo vệ biến tần → Tổng dòng cấp qua MCB tổng là:

$$I = 16 + 16 = 32 \text{ (A)} \quad (2.3)$$

→ Chọn MCB Chint NXB-63 32A 6KA 2P.



Hình 2.15 MCB Chint NXB-63 32A 6KA 2P.

- Thông số thiết bị:

Bảng 2.13 Thông số MCB Chint NXB-63 32A 6KA 2P.

Danh mục	Thông số
Tên	MCB NXB-63-2 pha-32A dòng cắt 6KA
Nhà sản xuất	Chint
Dòng điện định mức (A)	32 A
Điện áp định mức (V)	240/415 V
Số cực	2
Dòng cắt ngắn mạch	6KA
Tiêu chuẩn	IEC 60898-1

- Số lượng: 1

### 2.5.2 Nút nhấn

- Lựa chọn thiết bị: Nút nhấn nhà 2 tiếp điểm LA38-11BN-24V-G.



Hình 2.16 Nút nhấn LA38-11BN-24V-G.

- Thông số thiết bị:

Bảng 2.14 Thông số nút nhấn LA38-11BN-24V-G.

Danh mục	Thông số
Model	LA38-11BN-24V-G
Số tiếp điểm	1 NO + 1 NC (1 thường mở + 1 thường đóng)
Điện áp	24VDC
Đường kính lỗ	22mm

- Số lượng: 4

### 2.5.3 Đèn

- Lựa chọn thiết bị: Đèn AD16-22DS.



Hình 2.17 Đèn AD16-22DS.

- Thông số thiết bị:

Bảng 2.15 Thông số đèn AD16-22DS.

Danh mục	Thông số
Điện áp hoạt động	- AC: 12V, 24V, 110V, 220V, 380V - DC: 12V, 24V, 48V, 110V, 220V
Dòng điện làm việc	< 20mA
Tuổi thọ	30.000 giờ
Đường kính lỗ lắp đặt	22mm

- Số lượng: 3

## 2.6 Tổng hợp các thiết bị

Từ các tính toán và lựa chọn thiết bị trên, sau đây là bảng tổng hợp các thiết bị trong hệ thống.

Bảng 2.16 Tổng hợp các thiết bị.

STT	Tên	Mã sản phẩm	Số lượng
1	Cảm biến lực căng dây	FZTE	1
2	Cảm biến phát hiện đứt dây	A-424-8839	3
3	Encoder	Omron E6B2-CWZ6C 600P/R 2M	2
4	Động cơ		2
5	PLC	S7-1200 CPU 1214C DC/DC/DC	1
6	Module truyền thông	CM 1241 RS422/485	1
7	Bộ nguồn	PM 1207	1
8	Biến tần	INVT GD20-0R7G-S2-BK	2
9	Màn hình HMI	KTP700 Basic color PN	1
10	MCB	MCB Chint NXB-63	4
11	Nút nhấn	LA38-11BN-24V-G	4
12	Đèn	AD16-22DS	3

## 2.7 Kết luận chương 2

Chương 2 đã trình bày quá trình thiết kế cấu hình tổng thể của hệ thống điều khiển và giám sát cho máy làm dây thừng, với ba cấp rõ ràng: cấp trường (thiết bị chấp hành và cảm biến), cấp điều khiển (PLC, biến tần), và cấp giám sát (HMI).

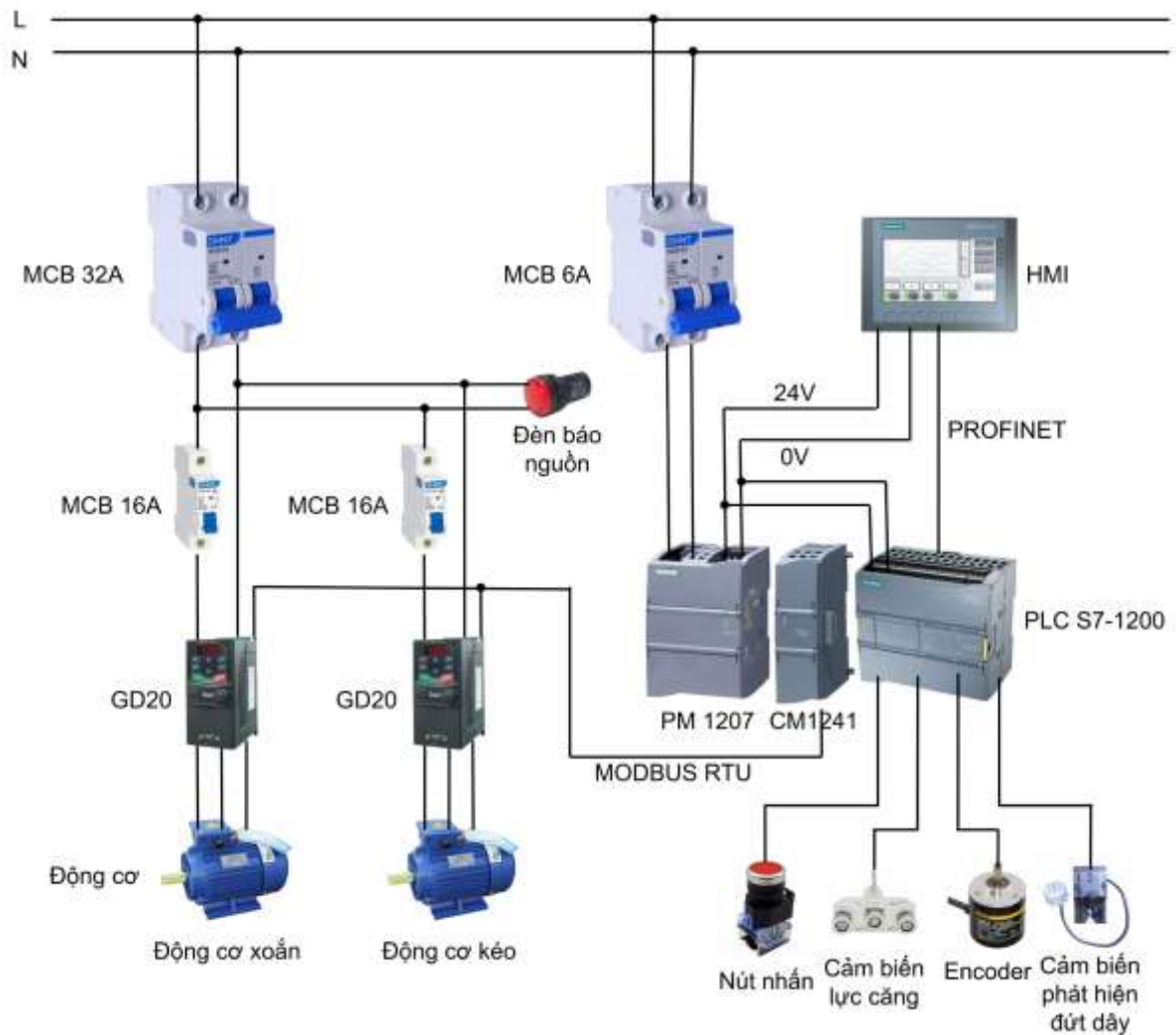
Bên cạnh đó, cũng trình bày việc tính toán và lựa chọn các thiết bị phù hợp với yêu cầu kỹ thuật của hệ thống, bao gồm các cảm biến, biến tần, động cơ, thiết bị bảo vệ, bộ điều khiển PLC S7-1200 và màn hình HMI. Việc lựa chọn thiết bị được dựa trên tiêu chí đảm bảo tính tương thích, độ chính xác, khả năng chịu tải, cũng như hiệu quả kinh tế khi triển khai.

Những cơ sở kỹ thuật và lựa chọn thiết bị trong chương này đóng vai trò nền tảng cho các nội dung tiếp theo, đặc biệt là trong việc xây dựng chương trình điều khiển và triển khai hệ thống giám sát vận hành thực tế cho phần thu sợi của máy làm dây thừng.

## CHƯƠNG 3: CƠ SỞ LÝ THUYẾT

### 3.1 Sơ đồ toàn hệ thống

Từ các thiết bị được tính chọn ở Chương 2, sau đây là sơ đồ toàn hệ thống.



Hình 3.1 Sơ đồ toàn hệ thống.

Hệ thống sử dụng bộ điều khiển PLC S7-1200 để điều khiển các động cơ xoắn và động cơ kéo thông qua biến tần GD20 sử dụng truyền thông MODBUS RTU, kết hợp với cảm biến lực căng, encoder, cảm biến phát hiện đứt dây để giám sát chất lượng dây và tự động dừng máy khi xảy ra sự cố. Màn hình HMI cung cấp giao diện điều khiển trực quan, cảnh báo lỗi và cho phép thay đổi thông số, kết nối với PLC thông qua truyền thông PROFINET. Các MCB bảo vệ mạch điện khỏi quá tải và ngắn mạch, nút nhấn cho phép điều khiển chạy, dừng, dừng khẩn cấp và khởi động lại hệ thống.

## 3.2 Phương pháp điều khiển lực căng

### 3.2.1 Điều khiển momen

Điều khiển momen nhằm duy trì lực căng ổn định trên dây, thông qua việc điều chỉnh momen của động cơ, hệ thống đảm bảo:

- Dây không bị đứt khi căng quá
- Dây không bị chùng khi căng quá ít

Lực căng trên dây được tính từ công thức sau:

$$F = \frac{T}{R} \quad (3.1)$$

Trong đó:

- T: Momen động cơ (Nm)
- F: Lực căng (N)
- R: Bán kính cuộn dây (m)

Khi R tăng, nếu T giữ nguyên, thì F sẽ giảm → cần tăng mômen. Khi R giảm, cần giảm mômen để không tăng F quá mức.

→ Điều khiển mômen phải thích nghi với thay đổi đường kính cuộn.

### 3.2.2 Điều khiển tốc độ

Điều khiển tốc độ là phương pháp tạo ra lực căng ổn định bằng cách điều chỉnh chênh lệch tốc độ giữa hai trục cấp dây và cuộn dây trong hệ thống:

- Nếu tốc độ hai trục bằng nhau → vật liệu không bị căng.
- Nếu trục nhận quay nhanh hơn một chút → tạo lực căng trên vật liệu.

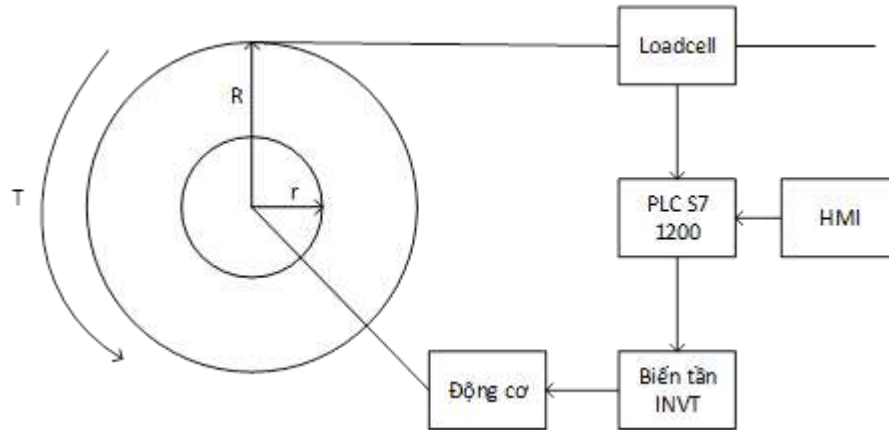
### 3.2.3 Điều khiển bằng PID kết hợp cảm biến lực căng

- Cảm biến lực (load cell) đo lực căng thực tế.
- Bộ PID so sánh với giá trị đặt và điều chỉnh tốc độ/momen động cơ.

→ Đây là phương pháp được sử dụng trong đề tài.

### 3.3 Nguyên lý điều khiển lực căng vòng kín

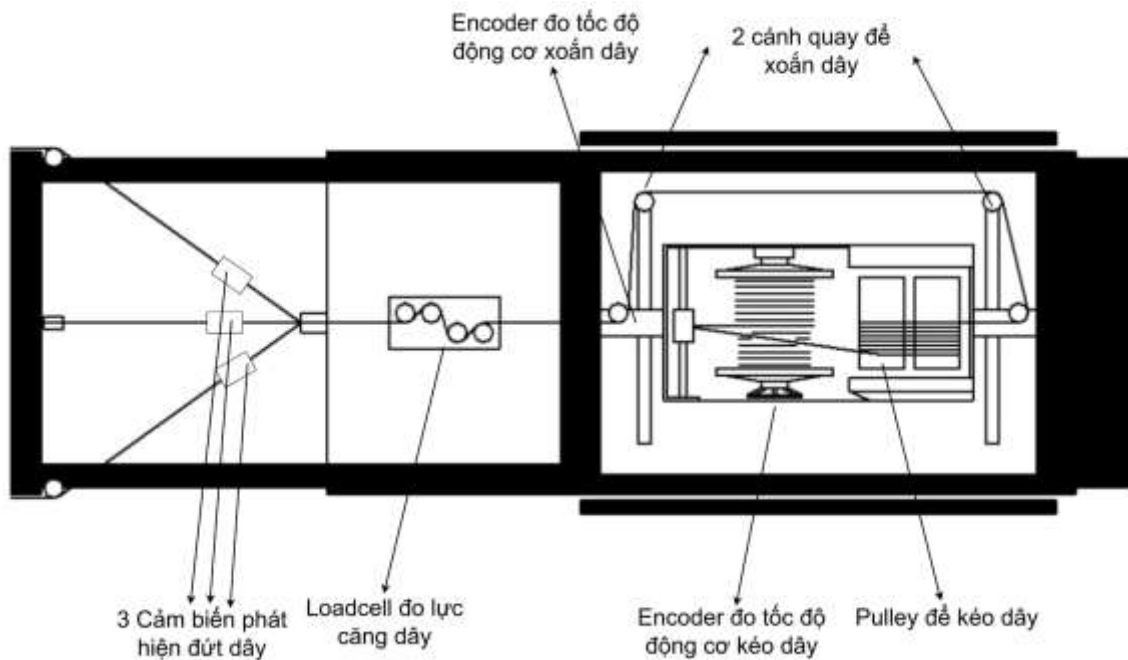
Sử dụng cảm biến lực (load cell) để đo lực căng thực tế → So sánh với giá trị đặt → Điều chỉnh qua bộ PID.



Hình 3.2 Điều khiển lực căng vòng kín.

Cảm biến loadcell đo lực căng dây phản hồi về PLC, sau khi PLC có dữ liệu lực căng sử dụng thuật toán điều khiển PID để điều khiển động cơ thông qua biến tần, sao cho lực căng bám sát với giá trị lực căng đã cài đặt từ màn hình HMI.

### 3.4 Nguyên lý hoạt động



Hình 3.3 Cấu tạo máy thu sợi.

1. Cấp nguồn cho hệ thống, kiểm tra các MCB và tình trạng dây thông qua cảm biến đứt dây để bảo đảm an toàn cho hệ thống.
2. Thực hiện nhập các thông số ban đầu trên màn hình HMI: độ xoắn dây, lực căng dây, chiều dài thành phẩm mong muốn.

3. Nhấn nút START trên tủ để hệ thống bắt đầu vận hành
4. Khởi động động cơ xoắn dây và động cơ kéo dây.
5. Ba tao sợi sẽ được đưa vào bộ phận gom dây và đi qua cảm biến lực căng dây.
6. Ba tao sợi sau khi được ghép sẽ được dẫn qua cơ cấu xoắn dây, tại đây 3 tao sẽ được động cơ xoắn dây xoắn lại để tăng độ bền cho dây. Encoder đặt tại động cơ xoắn sẽ đếm xung phản hồi về PLC tính toán và hiển thị tốc độ động cơ trên HMI.
7. Sau khi xoắn xong, dây sẽ được đưa qua Pulley để kéo dây giúp tạo độ bám mà không cần siết chặt, các rãnh trên Pulley giữ cho dây nằm đúng vị trí, không bị trượt lệch sang hai bên, nhất là khi máy chạy tốc độ cao. Tại đây động cơ kéo dây sẽ được nhận tín hiệu điều khiển của PLC thông qua biến tần. PLC sẽ thực hiện điều khiển vòng kín bằng cách sử dụng thuật toán điều khiển PID, PLC nhận tín hiệu suất ra từ loadcell phản hồi về, sau đó so sánh với giá trị lực căng đặt ban đầu.
  - a) Khi lực căng thực tế không đạt giá trị đặt thì PLC điều khiển động cơ kéo dây hoạt động nhanh hơn bằng cách tăng tần số ở biến tần.
  - b) Khi lực căng thực tế vượt quá giá trị đặt thì PLC điều khiển động cơ kéo dây hoạt động chậm lại bằng cách giảm tần số ở biến tần.
  - c) Khi lực căng thực tế bằng giá trị đặt thì PLC điều khiển động cơ kéo dây hoạt động ở tốc độ ổn định.
8. Tiếp theo dây sau khi được kéo sẽ qua cơ cấu phân bố dây để dây phân bố đều trên cuộn giúp tránh tình trạng chùng chéo và rối dây.
9. Cuối cùng dây được đưa vào cuộn thu để thu thành phẩm. Trong suốt quá trình thu dây, Encoder đặt tại cuộn thu sẽ đếm xung phản hồi về PLC để tính toán chiều dài và so sánh với giá trị chiều dài dây mong muốn đặt ban đầu.
10. Sau khi chiều dài dây đã đạt mong muốn thì màn hình HMI sẽ hiển thị “Đã hoàn thành” và đợi người vận hành thu thành phẩm ra ngoài và đợi tín hiệu từ nút nhấn START để tiếp tục thực hiện cuộn tiếp theo.
11. Tại vị trí 3 tao sợi ban đầu có đặt các cảm biến phát hiện đứt dây, cảm biến sẽ nhận diện dây có bị đứt hay không, nếu có thì động cơ xoắn và kéo sẽ dừng hoạt động để người vận hành có thể khắc phục.
12. Khi mắc phải cái trường hợp sau thì hệ thống sẽ dừng khẩn cấp (Emergency Stop).
  - a) Nhấn nút E-STOP trên tủ.
  - b) Các cảm biến đứt dây phát hiện dây bị đứt.

### 3.5 Thuật toán điều khiển PID

Thuật toán điều khiển PID là một phương pháp điều khiển tự động giúp hệ thống đạt đến giá trị mong muốn một cách ổn định và chính xác. Nó hoạt động bằng cách tính toán sai số giữa giá trị đầu ra thực tế và giá trị đặt trước, từ đó tính toán tín hiệu điều khiển để đưa hệ thống về trạng thái mong muốn. Thuật toán bao gồm ba thành phần:

- Khâu tỉ lệ (P): Tác động theo độ lớn của sai số hiện tại, giúp phản ứng nhanh.
- Khâu tích phân (I): Tích lũy sai số theo thời gian, giúp loại bỏ sai số tĩnh.
- Khâu vi phân (D): Dự đoán xu hướng thay đổi của sai số, giúp giảm dao động.

Tín hiệu điều khiển đầu ra được tính theo công thức:

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (3.2)$$

Với  $e(t) = SP - PV$

Trong đó:

- $u(t)$ : là tín hiệu điều khiển,
- $e(t)$ : là sai số tại thời điểm  $t$ ,
- $K_p, K_i, K_d$ : lần lượt là hệ số của các khâu P, I và D,
- SP: là giá trị đặt (Setpoint),
- PV: là giá trị phản hồi (Process variable).

#### 3.5.1 Khâu tỉ lệ (P - Proportional):

Khâu tỉ lệ (P) của thuật toán PID phản ứng với sai số hiện tại giữa giá trị đặt và giá trị thực tế. Nó giúp hệ thống điều khiển phản ứng nhanh chóng với sai số, nhưng nếu chỉ sử dụng P, hệ thống có thể gặp phải sai số tĩnh và dao động.

Công thức tính khâu P:

$$P_{out} = K_p e(t) \quad (3.3)$$

Trong đó:

- $P_{out}$ : là tín hiệu điều khiển khâu P,
- $e(t)$ : là sai số tại thời điểm  $t$ ,
- $K_p$ : là hệ số tỉ lệ.

Tính chất:

- Nếu  $e(t)$  lớn, tín hiệu điều khiển sẽ lớn,
- Nếu  $e(t)$  nhỏ, tín hiệu điều khiển sẽ nhỏ,

- Khâu P giúp điều khiển nhanh nhưng có thể không hoàn toàn ổn định nếu không có các khâu I và D hỗ trợ.

### 3.5.2 Khâu tích phân (I - Integral):

Khâu tích phân (I) xử lý sai số tích lũy theo thời gian. Nó giúp loại bỏ sai số tĩnh mà khâu P không thể khắc phục, đồng thời giữ cho hệ thống đạt đến giá trị đặt mà không bị lệch lâu dài.

Công thức tính khâu I:

$$I_{out} = K_i \int_0^t e(t) dt \quad (3.4)$$

Trong đó:

- $I_{out}$ : là tín hiệu điều khiển khâu I,
- $e(t)$ : là sai số tại thời điểm  $t$ ,
- $\int_0^t e(t) dt$ : là tích phân của sai số theo thời gian,
- $K_i$ : là hệ số tích phân.

Tính chất:

- Khâu I giúp điều khiển chính xác hơn khi sai số tồn tại trong thời gian dài,
- Tuy nhiên, nếu  $K_i$  quá lớn, nó có thể gây ra hiện tượng quá điều chỉnh và làm tăng độ ổn định của hệ thống.

### 3.5.3 Khâu vi phân (D - Derivative):

Khâu vi phân (D) giúp dự đoán xu hướng thay đổi của sai số, từ đó giảm thiểu sự dao động của hệ thống. D giúp điều khiển mượt mà hơn bằng cách "dự báo" hành vi của sai số, giảm thiểu các thay đổi đột ngột.

Công thức tính khâu D:

$$D_{out} = K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (3.5)$$

Trong đó:

- $D_{out}$ : là tín hiệu điều khiển khâu D,
- $e(t)$ : là sai số tại thời điểm  $t$ ,
- $\frac{de(t)}{dt}$ : là đạo hàm của sai số theo thời gian,
- $K_d$ : là hệ số vi phân.

Tính chất:

- Thành phần D giúp giảm dao động và ổn định hệ thống nhanh chóng,

- Nó đặc biệt hiệu quả trong các hệ thống có thay đổi nhanh hoặc trong các hệ thống có phản ứng nhanh.

### 3.6 Truyền thông Modbus

#### 3.6.1 Khái niệm:

Modbus là một giao thức truyền thông công nghiệp, chủ yếu dùng để truyền dữ liệu giữa các thiết bị điện tử. Giao thức này hoạt động theo mô hình master-slave, trong đó một thiết bị chính (master) điều khiển và gửi yêu cầu đến một hoặc nhiều thiết bị phụ (slave). Modbus hỗ trợ truyền dữ liệu qua các chuẩn vật lý như RS-232, RS-485 và TCP/IP. Giao thức này cho phép đọc/ghi các loại dữ liệu như coil, input, register... và thường được sử dụng trong các hệ thống giám sát và điều khiển từ xa (SCADA), PLC, HMI. Nhờ tính đơn giản, dễ triển khai và khả năng tương thích cao, Modbus vẫn là một trong những giao thức phổ biến nhất trong tự động hóa công nghiệp hiện nay.

Hiện nay, MODBUS được biết đến và sử dụng phổ biến trong công nghiệp gồm 3 chuẩn: MODBUS RTU, MODBUS TCP và MODBUS ASCII. Trong đề tài này tập trung nghiên cứu và làm việc với MODBUS RTU.

#### 3.6.2 MODBUS RTU

MODBUS RTU là giao thức truyền thông công nghiệp được ưa chuộng nhất hiện nay nhờ tính đơn giản và hiệu quả. Giao thức này sử dụng định dạng nhị phân, nghĩa là mỗi byte dữ liệu tương ứng với một byte truyền đi, giúp giảm thiểu thời gian truyền và tăng độ chính xác. MODBUS RTU tương thích tốt với các chuẩn truyền thông nối tiếp như RS232 và RS485. Tốc độ truyền có thể thiết lập từ 1200 đến 115200 baud, trong đó 9600 và 19200 baud là hai mức thông dụng nhất. Với cấu trúc master-slave, giao thức này cho phép một thiết bị master kiểm soát nhiều thiết bị slave trong hệ thống một cách dễ dàng.

#### 3.6.3 Khung truyền dữ liệu MODBUS RTU



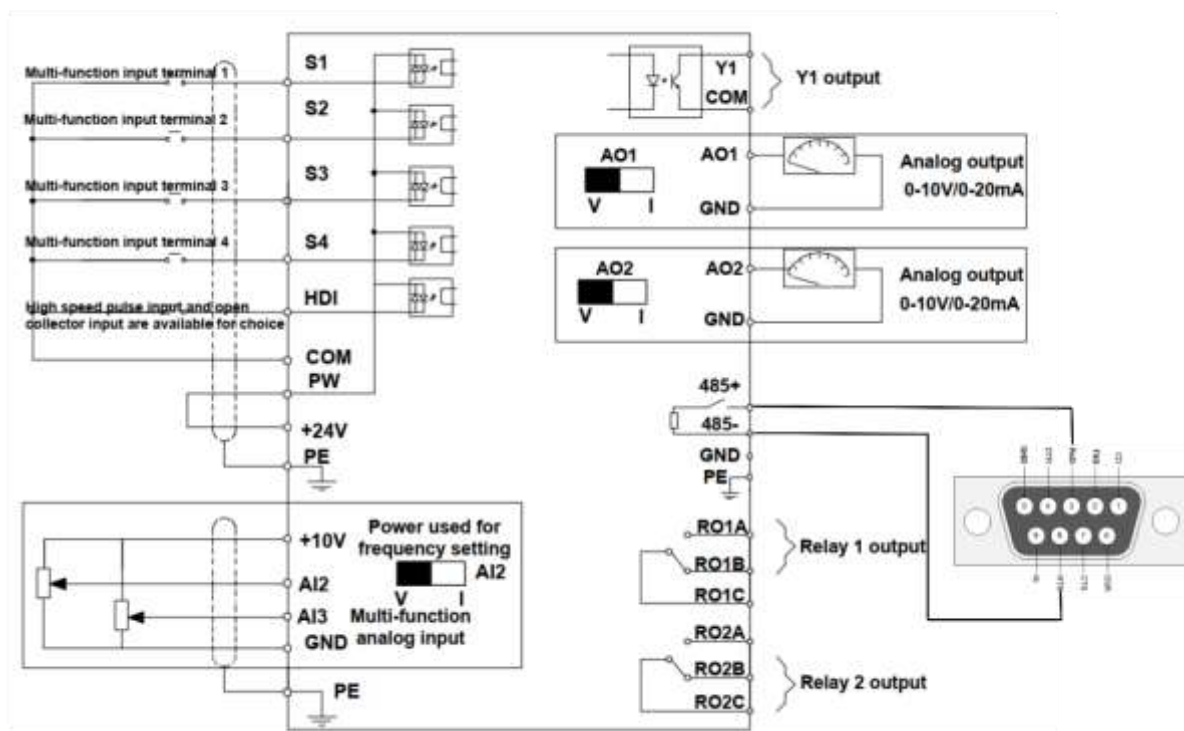
Hình 3.4 Khung truyền MODBUS RTU.

- Slave ID: Xác định thiết bị slave mà master muốn giao tiếp (1–247),
- Function Code: Cho biết master muốn làm gì (đọc, ghi, v.v),
- Data: Chứa thông tin chi tiết như địa chỉ thanh ghi, số lượng, giá trị cần ghi,
- CRC: Mã CRC-16 dùng để phát hiện lỗi trong quá trình truyền.

Bảng 3.1 Mã hàm chức năng.

Function Code	Hành động	Chức năng
01 (01 hex)	Read	Đọc trạng thái các Coil
02 (02 hex)	Read	Đọc trạng thái ngõ vào rời rạc
03 (03 hex)	Read	Đọc giá trị từ Holding Register
04 (04 hex)	Read	Đọc giá trị từ Input Register
05 (05 hex)	Write single	Ghi giá trị đơn vào Coil
06 (06 hex)	Write single	Ghi giá trị đơn vào Holding Register
16 (10 hex)	Write multiple	Ghi nhiều giá trị vào Holding Register

### 3.6.4 Đầu nối truyền thông



Hình 3.5 Đầu nối truyền thông.

Để kết nối tín hiệu RS485 giữa biến tần INVT GD20 và module truyền thông CM1241, ta thực hiện:

- Nối tín hiệu Data+ (A): Dây nối từ Terminal 485+ của GD20 tới Chân 3 của CM1241.

- Nối tín hiệu Data- (B): Dây nối từ Terminal 485- của GD20 tới Chân 8 của CM1241.

### 3.7 Cài đặt biến tần

#### 3.7.1 Cách cài đặt biến tần

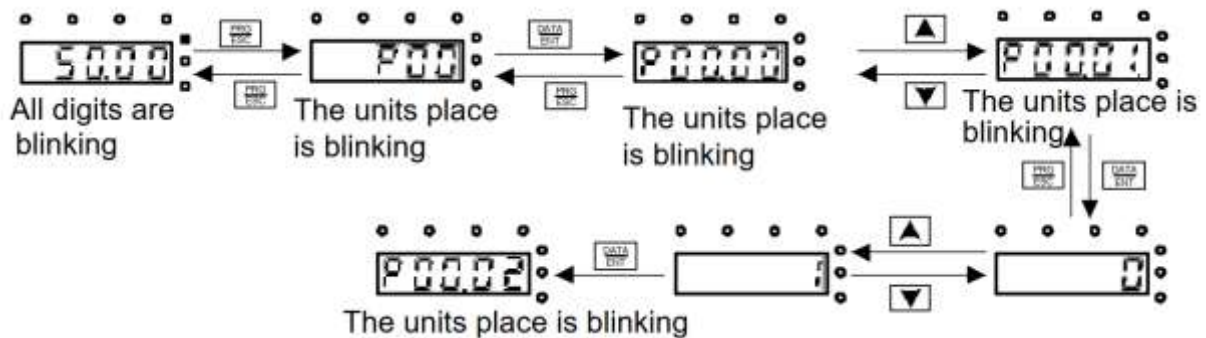
Biến tần cung cấp ba cấp độ menu [11], bao gồm:

- Nhóm mã chức năng (menu cấp 1)
- Số mã chức năng (menu cấp 2)
- Thiết lập mã chức năng (menu cấp 3)

Khi thực hiện thao tác trong menu cấp 3, có thể nhấn phím PRG/ESC hoặc DATA/ENT để quay lại menu cấp 2.

- Nếu nhấn phím DATA/ENT, giá trị vừa cài đặt sẽ được lưu vào bo mạch điều khiển trước, sau đó quay lại menu cấp 2 và hiển thị mã chức năng kế tiếp.
- Nếu nhấn phím PRG/ESC, hệ thống sẽ quay lại menu cấp 2 ngay lập tức mà không lưu giá trị vừa cài đặt, và vẫn hiển thị mã chức năng hiện tại.

Ví dụ: Thay đổi giá trị của P00.01 từ 0 thành 1.



Hình 3.6 Cách cài đặt biến tần.

#### 3.7.2 Thông số cài đặt biến tần

Các thông số chức năng của dòng biến tần Goodrive20 [11] được chia thành 30 nhóm (P00–P29) theo chức năng, trong đó các nhóm từ P18 đến P28 được dành riêng. Mỗi nhóm chức năng bao gồm một số mã chức năng nhất định.

Các mã chức năng được sử dụng:

Bảng 3.2 Thông số cài đặt biến tần.

Mã hàm	Tên	Cài đặt	Mô tả
P00.01	Chế độ kênh điều khiển chạy	2	Chọn chế độ chạy cho biến tần

			2: Điều khiển thông qua truyền thông Modbus
P00.06	Lựa chọn tần số chạy A	8	8: Cài đặt chế độ truyền thông MODBUS
P06.03	Ngõ ra Relay RO1	2	2: Chạy Thuận
P14.00	Địa chỉ Local	1, 2	Ngưỡng cài đặt: 1~247 Thông số này xác định địa chỉ slave dùng để truyền thông với master. Giá trị "0" là địa chỉ Broadcast. Địa chỉ của slave không thể đặt bằng 0.
P14.01	Tốc độ Baud	3	Cài đặt tốc độ truyền tải giữa cấp giám sát phía trên và biến tần. 3: 9600BPS
P14.02	Bit số kiểm tra	0	Định dạng dữ liệu giữa cấp giám sát phía trên và biến tần phải giống nhau. Nếu không, truyền thông sẽ không được thực hiện. 0: không kiểm tra (N,8,1) cho RTU
P14.03	Thời gian delay truyền thông phản hồi	20	0~200ms Nó có nghĩa là thời gian chờ khi biến tần nhận dữ liệu và gửi nó lên cấp giám sát phía trên.

### 3.8 Xử lý tín hiệu analog

#### 3.8.1 Hàm NORM\_X:

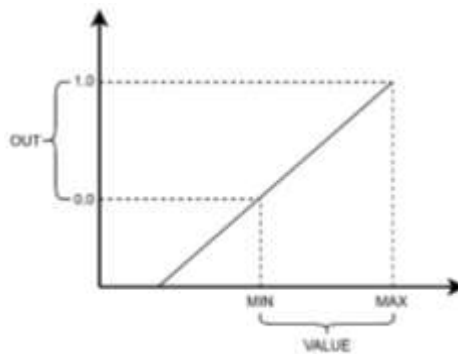
- Chức năng: Chuẩn hóa một giá trị từ phạm vi đầu vào sang phạm vi tuyến tính tiêu chuẩn (thường là 0.0 đến 1.0).



Hình 3.7 Hàm NORM\_X.

Bảng 3.3 Các tham số hàm NORM\_X.

Thông số	Ngõ vào/ra	Kiểu dữ liệu	Bộ nhớ lưu trữ	Chú thích
EN	Input	BOOL	I, Q, M, D, L	Cho phép ngõ vào
ENO	Output	BOOL	I, Q, M, D, L	Cho phép ngõ ra
MIN	Input	Int, Real	I, Q, M, D, L	Giới hạn MIN
VALUE	Input	Int, Real	I, Q, M, D, L	Giá trị đầu vào
MAX	Input	Int, Real	I, Q, M, D, L	Giới hạn MAX
OUT	Output	Real	I, Q, M, D, L	Kết quả

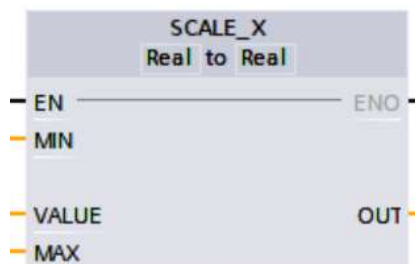


Hình 3.8 Phạm vi chuẩn hoá hàm NORM\_X.

$$OUT = \frac{VALUE - MIN}{MAX - MIN} \quad (3.6)$$

### 3.8.2 Hàm SCALE\_X

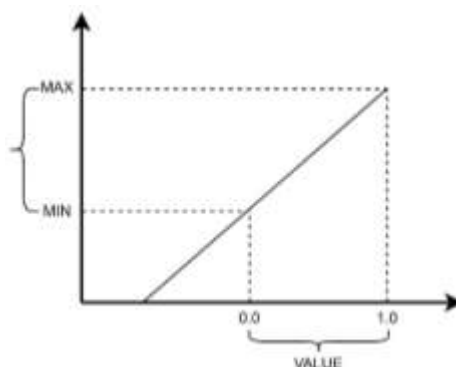
- Chức năng: Chuyển đổi giá trị đã được chuẩn hóa (từ hàm NORM) sang phạm vi vật lý mong muốn (ví dụ: 4-20mA → 0-100°C).



Hình 3.9 Hàm SCALE\_X.

Bảng 3.4 Các tham số hàm SCALE\_X.

Thông số	Ngõ vào/ra	Kiểu dữ liệu	Bộ nhớ lưu trữ	Chú thích
EN	Input	BOOL	I, Q, M, D, L	Cho phép ngõ vào
ENO	Output	BOOL	I, Q, M, D, L	Cho phép ngõ ra
MIN	Input	Int, Real	I, Q, M, D, L	Giới hạn MIN
VALUE	Input	Int, Real	I, Q, M, D, L	Giá trị đầu vào
MAX	Input	Int, Real	I, Q, M, D, L	Giới hạn MAX
OUT	Output	Real	I, Q, M, D, L	Kết quả



Hình 3.10 Phạm vi chuẩn hoá hàm SCALE\_X.

$$OUT = [VALUE \times (MAX - MIN)] + MIN \quad (3.7)$$

➤ Việc kết hợp hai khối NORM\_X và SCALE\_X cho phép chuyển đổi tín hiệu analog đầu vào từ cảm biến thành giá trị vật lý có ý nghĩa, phục vụ cho giám sát và điều khiển. Đầu tiên, khối NORM\_X chuẩn hóa tín hiệu số đầu vào (thường là tín hiệu analog đã được số hóa, như 0–27648) về khoảng từ 0.0 đến 1.0. Sau đó, khối SCALE\_X tiếp nhận giá trị chuẩn hóa này và chuyển đổi nó thành giá trị thực tế tương ứng với đơn vị đo vật lý (ví dụ: °C, bar, m, v.v.), dựa trên khoảng đo cụ thể được thiết lập trước. Sự kết hợp này giúp đảm bảo độ chính xác, dễ hiệu chỉnh và tính linh hoạt trong việc xử lý các loại tín hiệu cảm biến khác nhau trong hệ thống điều khiển tự động.

### 3.9 Môi quan hệ giữa các đại lượng

#### 3.9.1 Tính tốc độ động cơ xoắn dây

Trong hệ thống, việc điều khiển chính xác tốc độ của động cơ xoắn dây và động cơ kéo dây là yếu tố then chốt để đảm bảo mật độ xoắn đúng theo yêu cầu kỹ thuật. Các công thức dưới đây thể hiện mối liên hệ logic và vật lý giữa các thông số vận hành của hệ thống.

Tốc độ động cơ kéo dây được tính toán và đưa vào biến tần điều khiển thông qua PLC bằng cách sử dụng thuật toán PID với thông số ban đầu là giá trị đặt và giá trị phản hồi từ cảm biến.

Tốc độ động cơ xoắn dây phụ thuộc vào độ xoắn mong muốn TPM (Twist Per Meter) được nhập từ HMI và tốc độ của động cơ kéo dây (m/phút) thông qua biến tần 2:

a) Tốc độ động cơ xoắn dây:

$$RPM_{\text{xoắn}} = MPM \times TPM \quad (3.8)$$

Trong đó:

- $RPM_{\text{xoắn}}$ : Tốc độ động cơ xoắn dây (vòng/phút),
- MPM: Tốc độ pulley kéo dây (m/phút),
- TPM: Độ xoắn dây mong muốn được nhập từ HMI (vòng/m).

Để hiểu thì:

- Khi kéo dây đi qua trục xoắn, trục xoắn xoay đều, mỗi vòng xoay làm xoắn dây 1 lần.
- Nếu muốn mỗi 1 mét dây có x vòng xoắn, thì trục xoắn phải xoay x vòng khi kéo được 1 mét.
- Nếu tốc độ kéo là y m/phút, thì trục xoắn phải xoay:

$$RPM_{\text{xoắn}} = y \left( \frac{\text{m}}{\text{phút}} \right) \times x \left( \frac{\text{vòng}}{\text{m}} \right) \quad (3.9)$$

b) Tốc độ kéo dây:

Tốc độ kéo dây được xác định dựa trên tốc độ quay của động cơ kéo dây, truyền động qua dây đai tới pulley kéo dây. Khi động cơ quay, pulley sẽ kéo dây đi với tốc độ tuyến tính tương ứng với chu vi của pulley.

$$MPM = \frac{RPM_{\text{kéo}}}{\text{tỷ số truyền}} \times C \quad (3.10)$$

Trong đó:

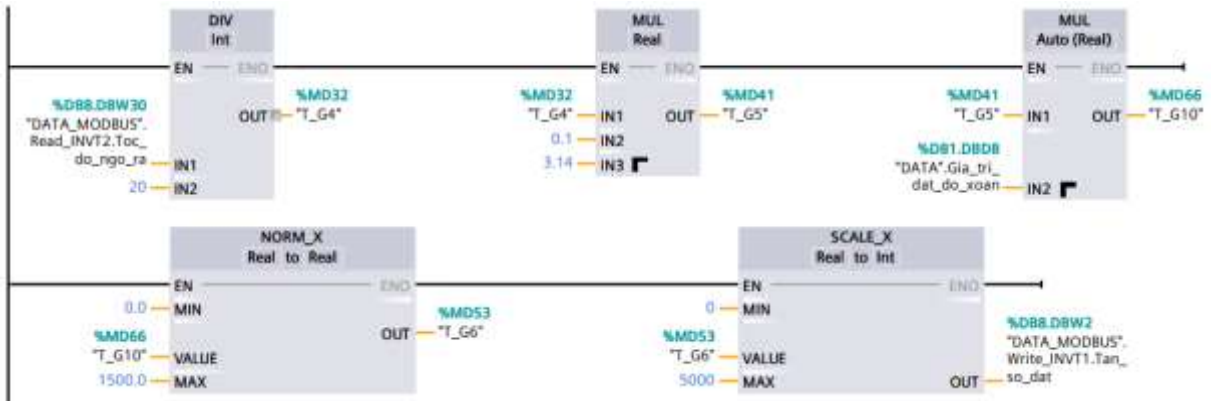
- MPM: Tốc độ pulley kéo dây (m/phút),
- $RPM_{\text{kéo}}$ : Tốc độ động cơ kéo dây (vòng/phút),
- Tỷ số truyền: Động cơ kéo dây sử dụng truyền động dây đai với tỷ số truyền 20:1,
- C: Chu vi pulley kéo dây (m/vòng).

c) Chu vi pulley kéo dây:

$$C = \pi \times D \quad (3.11)$$

Trong đó:

- C: Chu vi pulley kéo dây (m/vòng),
  - D: Đường kính pulley kéo dây (m).
- d) Chương trình tính tốc độ động cơ xoắn dây



Hình 3.11 Chương trình tính tốc độ động cơ xoắn dây.

### 3.9.2 Tính toán chiều dài dây thu được

Trong hệ thống kéo dây, việc đo lường chính xác chiều dài dây là một yêu cầu quan trọng để giám sát sản xuất, điều khiển quá trình và đảm bảo chất lượng thành phẩm. Tuy nhiên, trong dự án không sử dụng encoder để đo chiều dài dây thực tế — vì lý do chi phí. Thay vào đó, chiều dài dây được tính gián tiếp thông qua tốc độ quay của động cơ và chu kỳ quét của PLC.

#### 3.9.2.1 Cơ sở tính toán

Vì không có encoder, hệ thống sẽ tính chiều dài dây dựa trên hai yếu tố:

- Tốc độ kéo dây (đơn vị: m/phút), tính từ tốc độ động cơ kéo và chu vi pulley.
- Thời gian chu kỳ quét của PLC (150 ms = 0.15 giây).

Dây được kéo ra liên tục, nên trong mỗi chu kỳ PLC, hệ thống có thể ước lượng được khoảng chiều dài dây đã kéo ra trong khoảng thời gian đó.

#### 3.9.2.2 Công thức tính

a) Chu vi pulley kéo dây:

$$C = \pi \times D \quad (3.12)$$

Trong đó:

- C: Chu vi pulley (m/vòng),
- D: Đường kính pulley (m).

b) Tốc độ kéo dây (m/phút):

$$\text{MPM} = \frac{\text{RPM}_{\text{kéo}}}{\text{tỷ số truyền}} \times C \quad (3.13)$$

Trong đó:

- RPM\_kéo: Tốc độ động cơ kéo dây (vòng/phút),
  - Tỷ số truyền: Tỷ số truyền động (20:1),
  - C: Chu vi pulley (m/vòng).
- c) Tính chiều dài dây kéo ra trong mỗi chu kỳ PLC:

$$\Delta_L = \text{MPM} \times \frac{T_{\text{Chu kỳ}}}{60} \quad (3.14)$$

Trong đó:

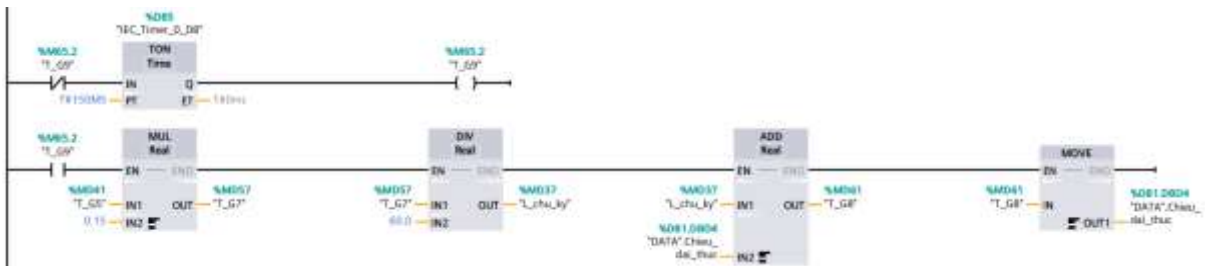
- $\Delta_L$ : Chiều dài dây trong một chu kỳ PLC (m),
- MPM: Tốc độ kéo dây (m/phút),
- $T_{\text{Chu kỳ}}$ : Thời gian quét PLC (giây),
- 60 là để chuyển đơn vị phút sang giây (1 phút = 60 giây).

d) Cộng dồn tổng chiều dài dây:

$$L = L + \Delta_L \quad (3.15)$$

Hệ thống sẽ cộng dồn liên tục sau mỗi chu kỳ để tính ra tổng chiều dài dây đã được kéo ra kể từ khi bắt đầu.

e) Chương trình tính toán chiều dài dây thu được



Hình 3.12 Chương trình tính toán chiều dài dây thu được.

### 3.9.3 Giới hạn các thông số đặt

#### 3.9.3.1 Phạm vi lực căng

Công thức tính lực căng cực đại mà dây có thể chịu được:

$$F_{\text{max}} = \sigma \times A \quad (3.16)$$

Trong đó:

- $F_{\text{max}}$ : Lực căng tối đa (N),
- $\sigma$ : Giới hạn bền kéo của vật liệu ( $\text{N/m}^2$ ),
- A: Tiết diện mặt cắt ngang của dây ( $\text{m}^2$ ), tính theo:

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \quad (3.17)$$

- Với  $d$  là đường kính dây.

Polymer Type	Ultimate Tensile Strength (MPa)	Elongation (%)	Tensile Modulus (GPa)
ABS	40	30	2.3
ABS + 30% Glass Fiber	60	2	9
Acetal Copolymer	60	45	2.7
Acetal Copolymer + 30% Glass Fiber	110	3	9.5
Acrylic	70	5	3.2
Nylon 6	70	90	1.8
Polyamide-Imide	110	6	4.5
Polycarbonate	70	100	2.6
Polyethylene, HDPE	15	500	0.8
Polyethylene Terephthalate (PET)	55	125	2.7
Polyimide	85	7	2.5
Polyimide + Glass Fiber	150	2	12
Polypropylene	40	100	1.9
Polystyrene	40	7	3

Hình 3.13 Hệ số bền kéo vật liệu [12].

Với loại dây mà đề tài áp dụng là dây Polypropylene có đường kính 6mm thì có thông số là  $\sigma = 40(N/m)$  và  $d = 6mm$ .

Áp dụng công thức tính lực căng cực đại trên, ta được:

$$F_{\max} = \sigma \times A = 40 \times \frac{\pi \times 6^2}{4} = 1130 \text{ (N)} \quad (3.18)$$

Lực căng tối thiểu để dây không bị chùng khi kéo dây bằng 5% lực căng cực đại:

$$F_1 = F_{\max} \times 5\% = 1130 \times 5\% = 56.5 \text{ (N)} \quad (3.19)$$

Phạm vi đặt lực căng cho phép không được vượt quá 50% lực căng cực đại:

$$F_2 = F_{\max} \times 50\% = 1130 \times 50\% = 565 \text{ (N)} \quad (3.20)$$

Với hệ số an toàn (SF) là 3 thì phạm vi lực căng an toàn là:

$$F_{\text{SF}} = \frac{F_{\max}}{\text{SF}} = \frac{1130}{3} = 376 \text{ (N)} \quad (3.21)$$

Phạm vi lực căng cho phép là 56.5 – 565 N.

### 3.9.3.2 Phạm vi độ xoắn

Dựa vào thông số độ xoắn của máy làm dây thùng, ta có phạm vi độ xoắn cho phép của dây PP 6mm là 22 – 45 TPM.

Thông số máy [2].

### 3.9.3.3 Phạm vi chiều dài

Dựa vào thông số chiều dài dây của máy làm dây thừng, ta có phạm vi chiều dài cho phép của dây PP 6mm là 0 – 1120 m.

Thông số máy [2].

## 3.10 Kết luận chương 3

Chương 3 đã trình bày một cách hệ thống các giải pháp kỹ thuật quan trọng để xây dựng hệ thống điều khiển máy thu sợi tự động. Nguyên lý hoạt động của hệ thống được thiết kế khoa học từ khởi động, vận hành đến dừng máy, tích hợp đầy đủ các thiết bị chính gồm PLC, biến tần, cảm biến và cơ cấu chấp hành. Thuật toán điều khiển PID được ứng dụng hiệu quả thông qua việc xử lý tín hiệu phản hồi từ loadcell, giúp hệ thống đạt được độ chính xác cao trong điều khiển lực căng.

Hệ thống truyền thông Modbus RTU sử dụng cổng RS485 đã được thiết lập và vận hành thành công, cho phép kết nối hiệu quả giữa PLC và biến tần GD20. Quá trình cấu hình biến tần đã được thực hiện đầy đủ, với việc thiết lập các thông số quan trọng như địa chỉ truyền thông, tốc độ baud, và chế độ điều khiển. Các bước cài đặt được trình bày chi tiết, đảm bảo khả năng giao tiếp ổn định và chính xác giữa các thiết bị trong hệ thống.

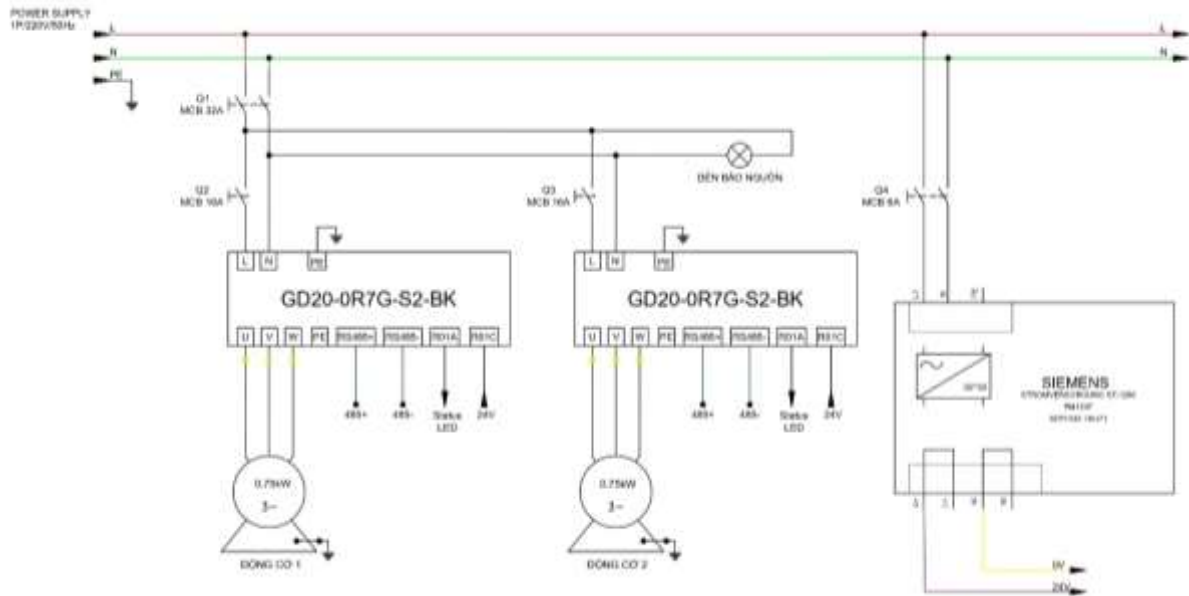
Các công thức tính toán quan trọng đã được xây dựng, bao gồm công thức tính tốc độ động cơ xoắn dây và công thức tính chiều dài dây thu được thông qua tốc độ động cơ và chu vi pulley. Hệ thống cũng xác định rõ các phạm vi cho phép về lực căng, độ xoắn và chiều dài, đảm bảo an toàn và chất lượng sản phẩm.

Những kết quả trong chương này đã xây dựng nền tảng kỹ thuật vững chắc, đáp ứng yêu cầu vận hành và cho thấy tính khả thi cao khi ứng dụng thực tế. Các giải pháp đề xuất làm cơ sở cho việc triển khai thực nghiệm ở chương sau.

## CHƯƠNG 4: THIẾT KẾ VÀ XÂY DỰNG HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN

### 4.1 Sơ đồ thiết kế hệ thống

#### 4.1.1 Sơ đồ mạch động lực



Hình 4.1 Sơ đồ mạch động lực.

Hệ thống sử dụng nguồn điện 1 pha 220V/50Hz với các dây L (pha), N (trung tính) và PE (tiếp địa) để cấp nguồn cho toàn bộ mạch động lực.

Q1 (MCB 32A) là aptomat tổng bảo vệ hai biến tần; Q2 và Q3 (MCB 16A) bảo vệ riêng cho từng biến tần điều khiển động cơ; Q4 (MCB 6A) bảo vệ bộ nguồn PM127.

Hai biến tần GD20-0R7G-S2-BK công suất 0.75kW, nhận nguồn 1 pha 220V tại các chân L, N và xuất điện áp 3 pha tại U, V, W để điều khiển động cơ.

Mỗi biến tần có cổng RS485+ và RS485- dùng để truyền thông Modbus RTU với PLC, cho phép điều khiển.

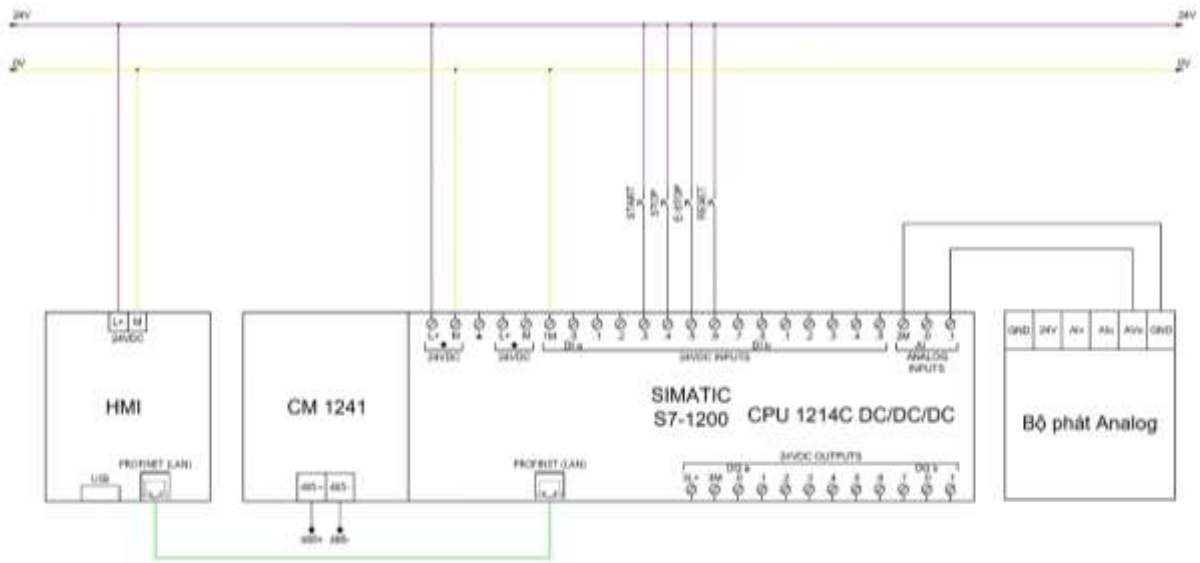
Các chân R01A và R01C là tiếp điểm role dùng để báo trạng thái của biến tần.

Mỗi biến tần điều khiển một động cơ 3 pha công suất 0.75kW, kết nối trực tiếp vào các ngõ ra U, V, W của biến tần.

Một đèn báo nguồn được mắc song song sau MCB Q2 và Q3 để hiển thị khi hệ thống đã được cấp nguồn cho biến tần.

Bộ nguồn Siemens PM207 có nhiệm vụ cấp nguồn 24VDC cho PLC và HMI.

#### 4.1.2 Sơ đồ đấu nối PLC



Hình 4.2 Sơ đồ đấu nối PLC.

Hệ thống sử dụng nguồn 24VDC từ bộ nguồn để cấp điện cho PLC và màn hình HMI.

PLC S7-1200 CPU 1214C DC/DC/DC nhận tín hiệu vào từ các nút nhấn từ các ngõ vào số (DI) và bộ phát analog từ ngõ vào analog (AI).

Module truyền thông CM1241 là module mở rộng kết nối RS485 cho PLC, dùng để truyền thông Modbus RTU với các biến tần INVT GD20 qua cặp dây RS485+ và RS485-.

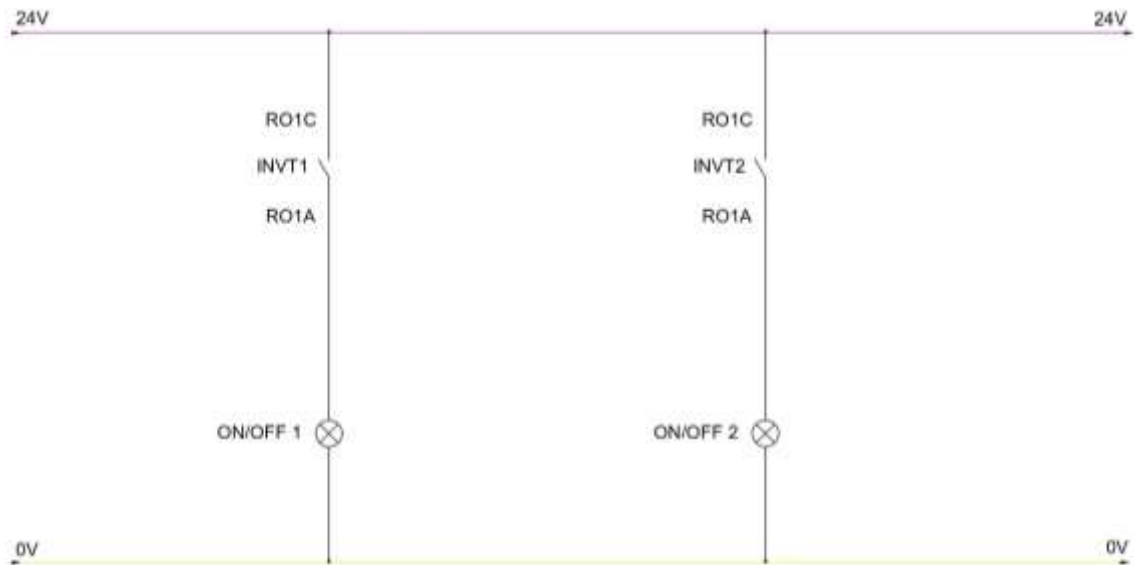
HMI dùng để hiển thị thông tin và điều khiển hệ thống trực quan; được cấp nguồn 24VDC.

Các nút nhấn: gồm nút START, STOP, E-STOP và RESET được kết nối vào các ngõ vào số của PLC (DI3 đến DI6), dùng để điều khiển và dừng khẩn hệ thống.

Bộ phát analog dùng để thay thế cho loadcell, phát tín hiệu analog dạng điện áp 0-10V, gửi tín hiệu vào PLC qua ngõ AI1 để điều khiển tần số biến tần.

HMI và PLC được kết nối mạng nội bộ qua cổng PROFINET để truyền dữ liệu, cấu hình và giao tiếp hai chiều.

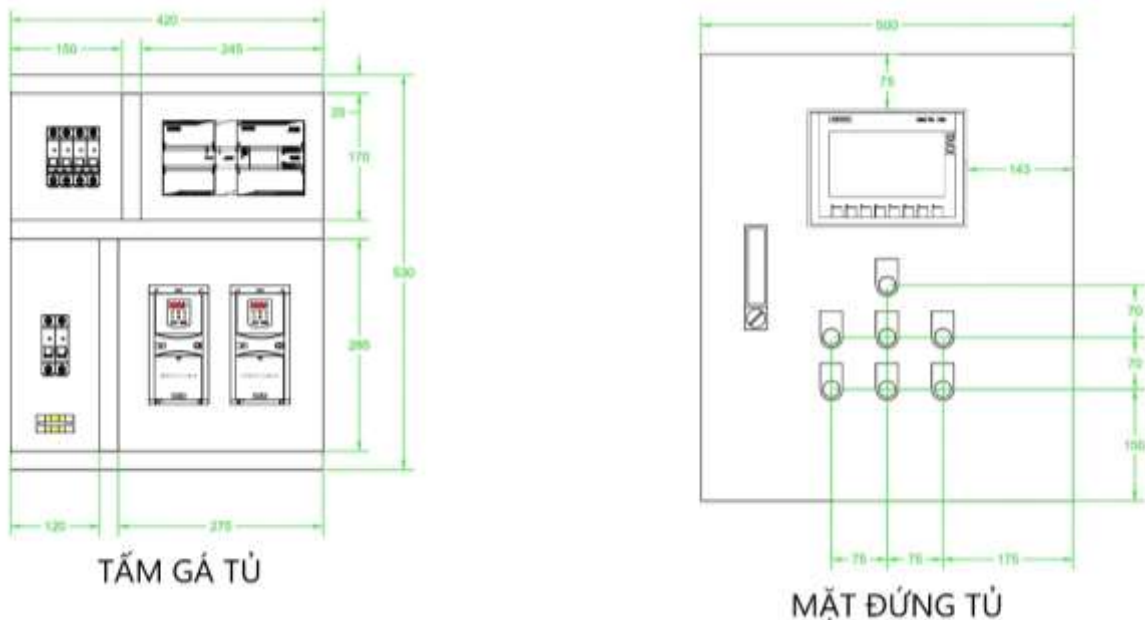
### 4.1.3 Sơ đồ đấu nối đèn trạng thái



Hình 4.3 Sơ đồ đấu nối đèn trạng thái.

Nguồn 24VDC được cấp vào chân RO1C của hai biến tần và chân RO1A của hai biến tần nối vào đèn để hiển thị trạng thái hoạt động của biến tần.

### 4.1.4 Sơ đồ phân bố thiết bị



Hình 4.4 Sơ đồ phân bố thiết bị.

Sơ đồ thể hiện cách bố trí các thiết bị điều khiển và hiển thị trên mặt trước của tủ điện, đảm bảo thao tác thuận tiện và dễ giám sát.'

## 4.2 Hình ảnh tủ sau khi hoàn thiện

Dựa trên các sơ đồ thiết kế phần cứng đã được xây dựng ở các mục trước, nhóm đã tiến hành thi công lắp đặt các thiết bị vào tủ điện theo đúng vị trí. Quá trình thi công bao gồm việc cố định các thiết bị như PLC, biến tần, nguồn, thiết bị bảo vệ... cũng như thực hiện việc đi dây tín hiệu và dây nguồn, đảm bảo an toàn điện. Việc bố trí và đi dây trong tủ được thực hiện một cách gọn gàng nhằm tối ưu không gian và thuận tiện cho quá trình đấu nối, kiểm tra.



Hình 4.5 Tủ sau khi hoàn thiện.



Hình 4.6 Các thành phần bên trong tủ.

#### 4.3 Kết luận chương 4

Chương 4 đã hoàn thành giai đoạn thiết kế và xây dựng hệ thống điều khiển với những kết quả cụ thể. Các sơ đồ kỹ thuật bao gồm mạch động lực, đấu nối PLC và bố trí thiết bị đã được thiết kế chi tiết, đảm bảo tính chính xác và an toàn trong vận hành.

Quá trình triển khai thực tế đã hoàn thiện tủ điều khiển với đầy đủ các thành phần theo thiết kế. Hệ thống đèn trạng thái, nút nhấn, HMI được bố trí hợp lý, cung cấp thông tin trực quan về tình trạng hoạt động của máy.

Những kết quả đạt được trong chương này tạo cơ sở vững chắc cho việc thiết kế thuật toán điều khiển và viết chương trình điều khiển trong chương tiếp theo, đảm bảo đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật.

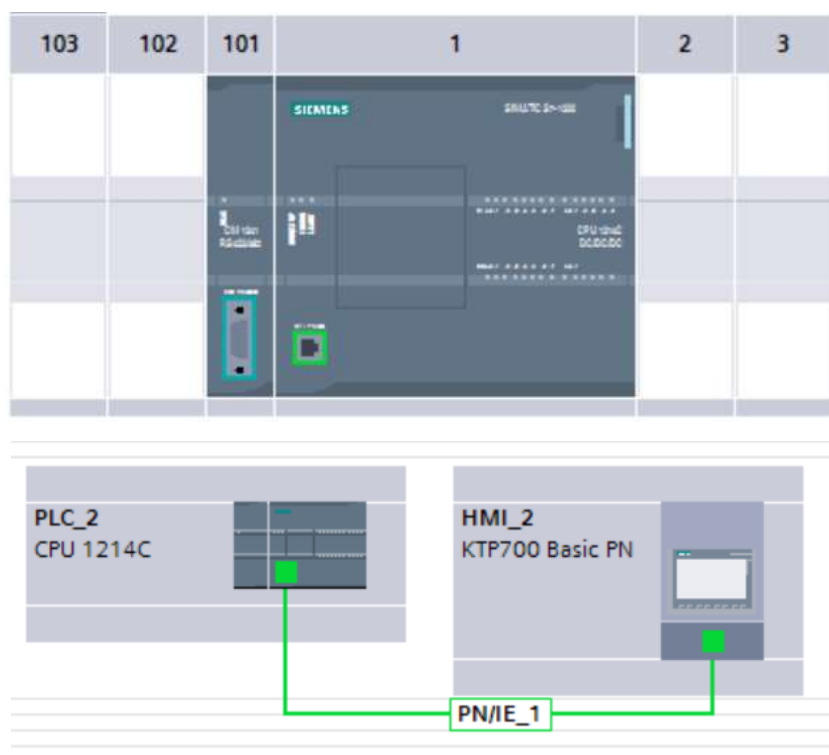
## CHƯƠNG 5: CHƯƠNG TRÌNH ĐIỀU KHIỂN VÀ GIÁM SÁT

### 5.1 Phần mềm TIA PORTAL

TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal) là phần mềm tích hợp do Siemens phát triển, cho phép người dùng lập trình, cấu hình và giám sát các thiết bị tự động hóa như PLC, HMI, biến tần và mạng truyền thông trong một giao diện duy nhất. Phần mềm hỗ trợ nhiều dòng PLC như S7-1200, S7-1500, cùng với việc thiết kế giao diện vận hành trên HMI và cấu hình truyền thông như PROFINET, Modbus. Nhờ tính tích hợp cao, TIA Portal giúp giảm thời gian phát triển hệ thống, đơn giản hóa việc quản lý dự án và nâng cao hiệu quả trong vận hành, bảo trì công nghiệp.

### 5.2 Cấu hình phần cứng

Trên TIA Portal thiết lập cấu hình 2 thiết bị PLC S7-1200 1214C DC/DC/DC và module truyền thông CM 1241 RS422/485. Kết nối PLC với màn hình HMI KTP700 Basic PN qua PROFINET.



Hình 5.1 Cấu hình phần cứng.

#### 5.2.1 Cấu hình PLC

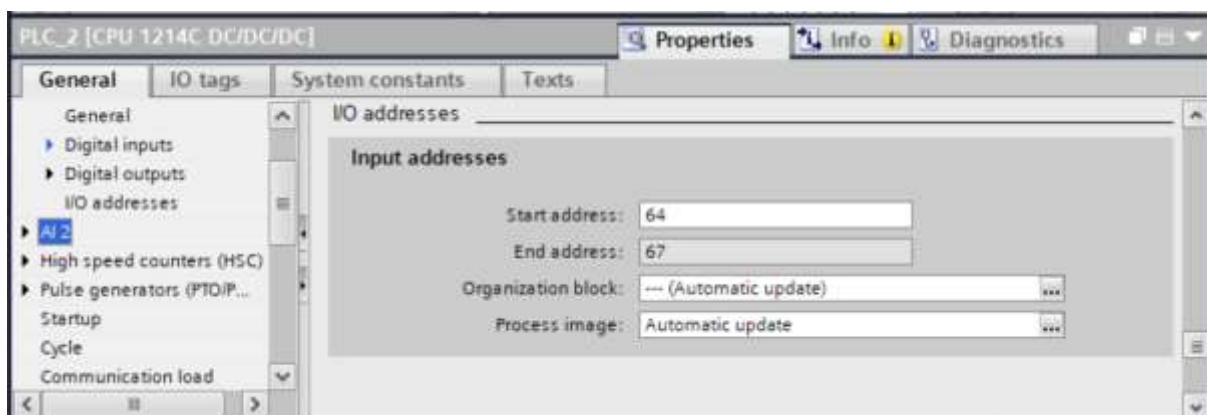
Để cấu hình PLC ta thêm thiết bị từ “Add new device” và chọn mã thiết bị phù hợp với dự án. Ở đây là PLC S7-1200 CPU 1214 DC/DC/DC 6ES7 214-1AG40-0XB0.

Tiếp theo vào “PROFINET interface” kiểm tra địa chỉ IP của PLC như hình:



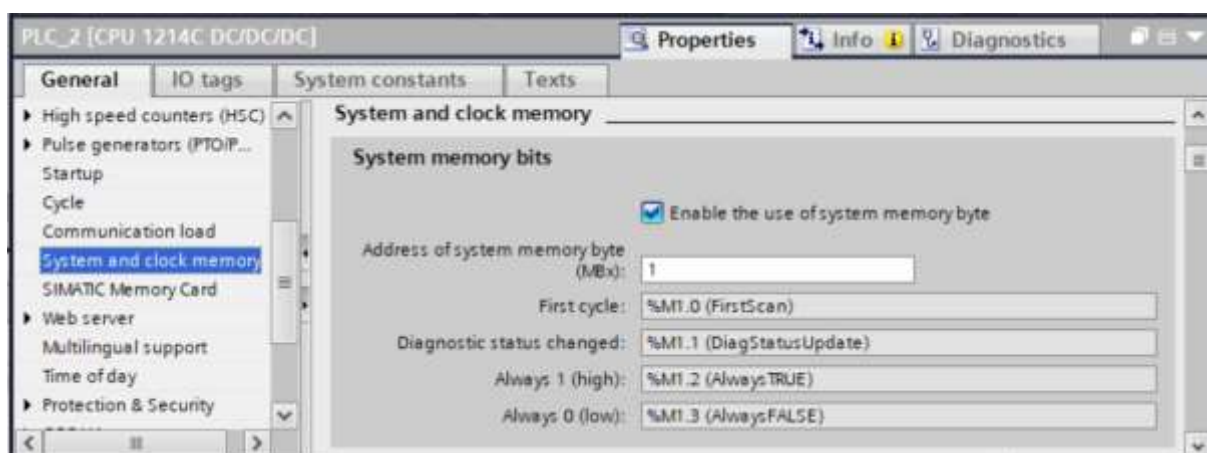
Hình 5.2 Cấu hình địa chỉ PLC.

Vào “AI 2” nhập địa chỉ bắt đầu của chân Analog Input là 64:

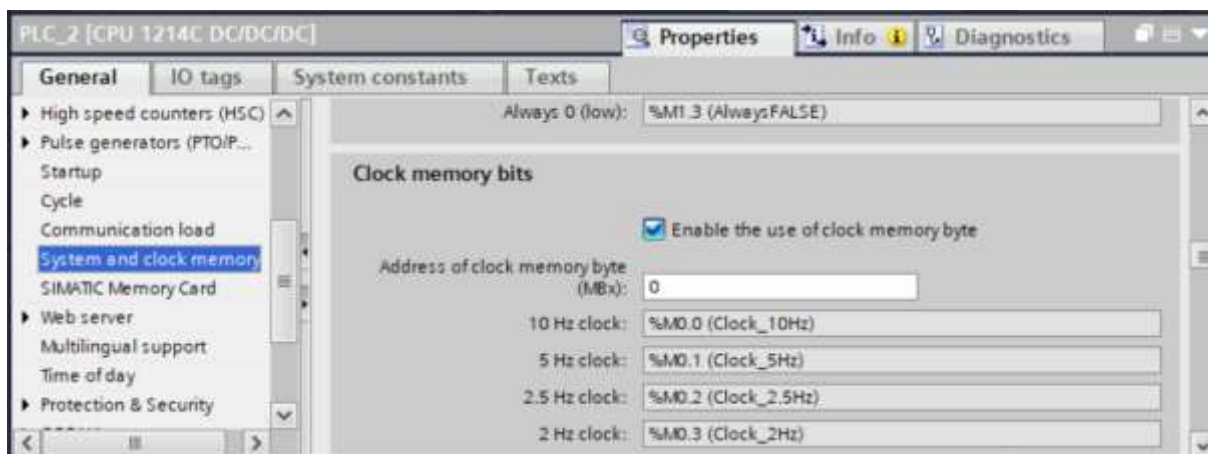


Hình 5.3 Cấu hình ngõ vào Analog.

Vào “System and clock memory” kích hoạt System memory bits và Clock memory bits.



Hình 5.4 Cấu hình system memory bits.

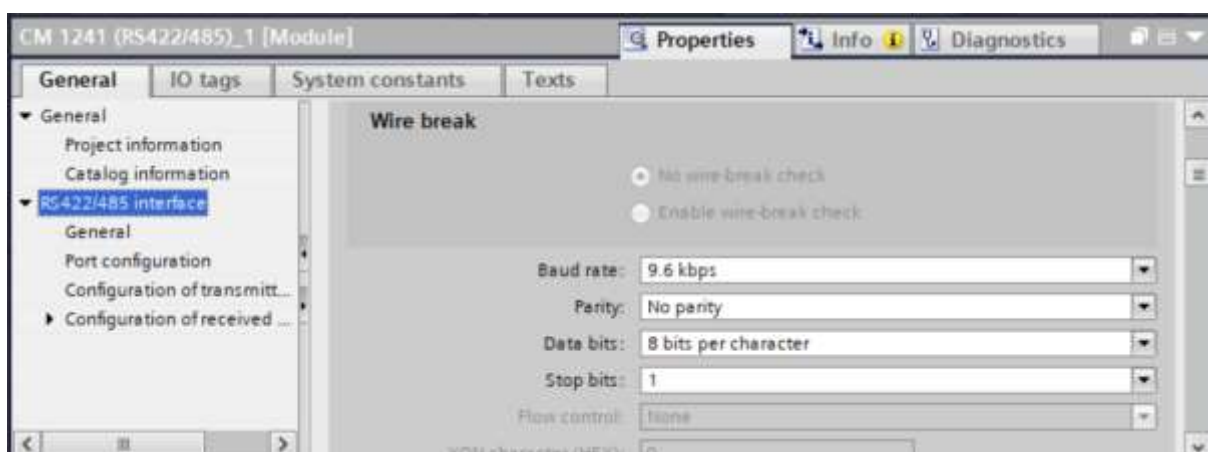


Hình 5.5 Cấu hình clock memory bits.

### 5.2.2 Cấu hình module truyền thông

Thêm module truyền thông trong “Hardware catalog”, tìm thiết bị mong muốn ở đây là CM 1241 (RS422/485) 6ES7 241-1CH32-0XB0.

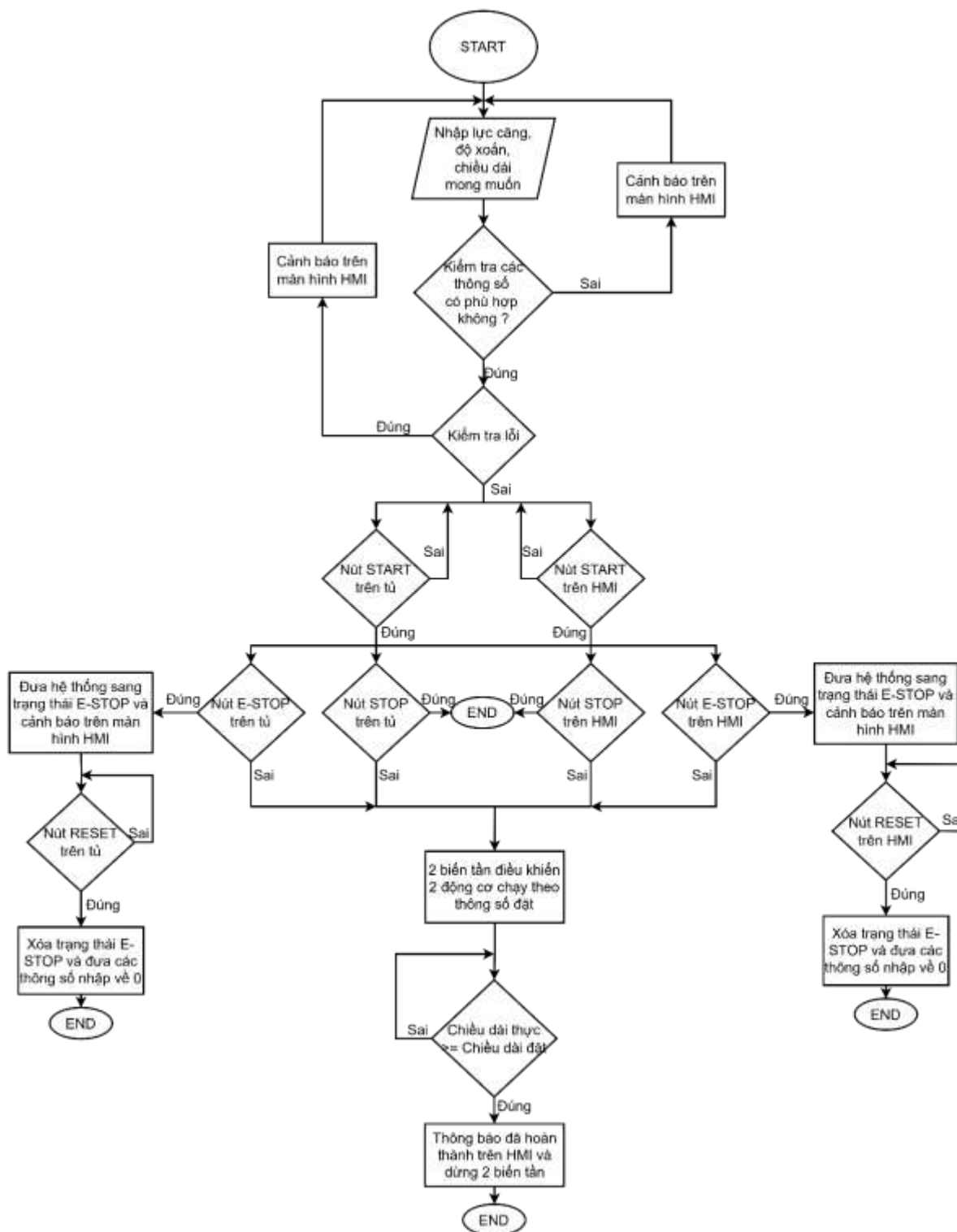
Vào “RS422/485 interface” cấu hình module truyền thông như hình:



Hình 5.6 Cấu hình module truyền thông.

## 5.3 Lưu đồ thuật toán điều khiển

Dựa vào nguyên lý hoạt động của hệ thống nhóm đã thiết kế lưu đồ thuật toán điều khiển chính như sau:



Hình 5.7 Lưu đồ thuật toán điều khiển.

Lưu đồ thuật toán trên mô tả quy trình điều khiển của hệ thống hoạt động như thế nào. Cụ thể, ban đầu người vận hành sẽ tiến hành nhập các thông số đặt ban đầu (lực căng, độ xoắn, chiều dài), sau đó hệ thống sẽ kiểm tra các thông số nhập đó có nằm trong khoảng cho phép hay không. Nếu có, trên màn hình HMI sẽ xuất hiện cảnh báo giá trị đặt không phù hợp, lúc này nếu có nhấn nút START thì hệ thống vẫn sẽ không hoạt động. Nếu các thông số nhập đã

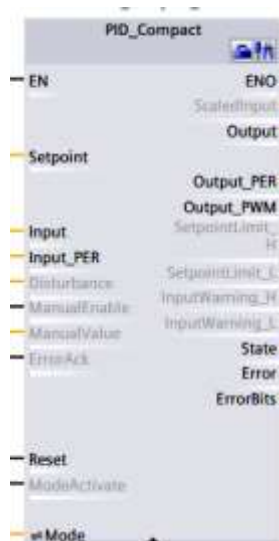
phù hợp, hệ thống sẽ kiểm tra có lỗi nào đang tồn tại không (dây bị đứt, lực căng phản hồi từ cảm biến quá lớn,..). Nếu có thì hệ thống cũng sẽ không hoạt động được, khi đã không còn lỗi nào tồn tại thì lúc này người vận hành có thể nhấn START trên HMI hoặc trên tủ để hệ thống bắt đầu chạy. Động cơ xoắn và động cơ kéo sẽ được biến tần điều khiển và chạy theo các thông số đặt ban đầu. Trong quá trình hoạt động, người vận hành tác động nút STOP thì hệ thống sẽ dừng lại nhưng vẫn giữ nguyên các thông số, nếu người vận hành tác động nút E-STOP thì hệ thống sẽ chuyển sang trạng thái dừng khẩn cấp. Khi này 2 động cơ sẽ dừng khẩn cấp, đồng thời màn hình HMI sẽ hiện các cảnh báo. Muốn vận hành lại thì phải tác động nút RESET, khi này hệ thống sẽ xóa các thông số đặt cũng như chiều dài dây đang thu, sau khi tác động RESET thì người vận hành mới START hệ thống lại được. Hệ thống sẽ hoạt động cho đến khi nào chiều dài dây thu được lớn hơn hoặc bằng chiều dây đặt ban đầu.

Các lưu đồ thuật toán điều khiển: {Xem trong phụ lục 2}.

## 5.4 Lập trình chương trình điều khiển

### 5.4.1 Khối PID\_Compact

PID\_Compact là khối điều khiển PID có sẵn trong TIA Portal. Khối này hỗ trợ điều khiển tự động và bằng tay, có chức năng tự động dò tham số (Auto-tuning), giúp điều khiển chính xác các quá trình như nhiệt độ, áp suất, lưu lượng. Việc cấu hình và giám sát được thực hiện dễ dàng qua giao diện đồ họa trong phần Technology Objects.



Hình 5.8 Khối PID\_Compact.

Các chế độ của khối PID\_Compact:

- Inactive: Vô hiệu hóa khối PID. PID\_Compact không hoạt động và không điều khiển đầu ra.
- Pre-tuning: Giai đoạn đầu của quá trình tự động dò tham số (Auto-tuning). Khối chuẩn bị thu thập dữ liệu để tính toán các hệ số PID.

- Fine tuning: Giai đoạn tinh chỉnh tham số sau Pre-tuning. PID tối ưu hóa thêm hệ số để đạt điều khiển chính xác hơn.
- Automatic mode: PID hoạt động bình thường: đầu ra được tính toán tự động dựa trên sai số (SP - PV).
- Manual mode: Người dùng tự đặt đầu ra điều khiển (MV), khối PID không tính toán gì cả. Thường dùng để thử nghiệm hoặc khi vận hành bằng tay.

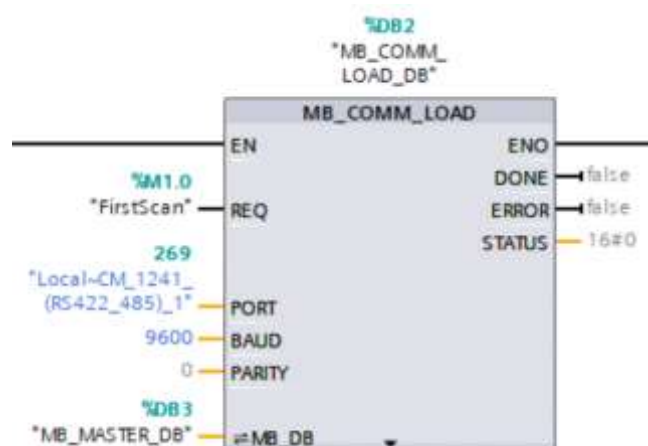
Bảng 5.1 Các tham số khối PID\_Compact.

Tham số	Kiểu dữ liệu	Mô tả
Setpoint	REAL	Giá trị đặt của bộ điều khiển PID khi ở chế độ tự động.
Input	REAL	Biến trong chương trình người dùng được dùng làm giá trị đo lường quá trình (PV).
Input_PER	INT	Ngõ vào analog được sử dụng làm giá trị đo lường quá trình.
Reset	BOOL	Khởi động lại bộ điều khiển.
Mode	INT	Chỉ định chế độ hoạt động mà PID_Compact sẽ chuyển sang
Output	REAL	Giá trị đầu ra ở định dạng số thực.
Output PER	INT	Giá trị đầu ra analog.
State	INT	Tham số State hiển thị chế độ hoạt động hiện tại của bộ điều khiển PID

#### 5.4.2 Khối điều khiển truyền thông

##### a) Khối MB\_COMM\_LOAD

Khối MB\_COMM\_LOAD trong TIA Portal được sử dụng để khởi tạo và cấu hình cổng truyền thông cho giao thức Modbus RTU khi PLC S7-1200 hoặc S7-1500 hoạt động ở chế độ Modbus Master. Khối này thực hiện việc thiết lập các thông số truyền thông như baud rate, bit dữ liệu, bit dừng, parity và gán cổng vật lý như CM1241 (RS485) để chuẩn bị cho quá trình truyền nhận dữ liệu Modbus. MB\_COMM\_LOAD chỉ cần gọi một lần sau khi PLC khởi động và là điều kiện bắt buộc trước khi sử dụng các khối truyền thông như MB\_MASTER.



Hình 5.9 Khối MB\_COMM\_LOAD.

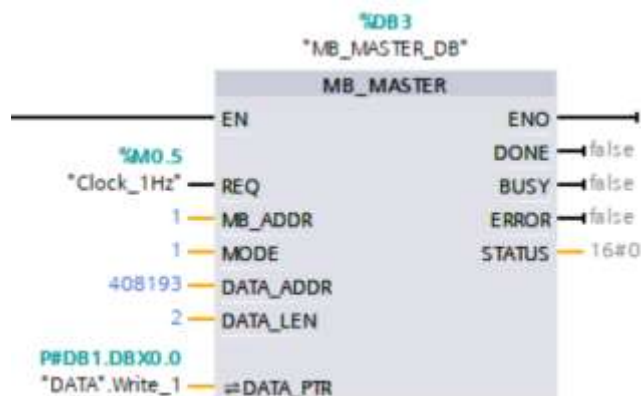
Bảng 5.2 Các tham số khối MB\_COMM\_LOAD.

Tham số	Khai báo	Kiểu dữ liệu	Vùng nhớ	Mô tả
REQ	Input	BOOL	I, Q, M, D, L	Thực thi lệnh khi có sườn lên.
PORT	Input	PORT	I, Q, M, D, L hoặc hằng số	ID của cổng truyền thông.
BAUD	Input	UDINT	I, Q, M, D, L hoặc hằng số	Chọn tốc độ baud
PARITY	Input	UINT	I, Q, M, D, L hoặc hằng số	Chọn chế độ chẵn lẻ: 0 – Không 1 – Lẻ 2 – Chẵn
MB_DB	Input	MB_BASE	D	Tham chiếu đến khối dữ liệu thể hiện của lệnh "MB_MASTER" hoặc "MB_SLAVE".

- REQ được bit khởi động “FirstScan” tác động để bắt đầu việc khởi tạo truyền thông.
- PORT: Khi chèn mô-đun truyền thông vào cấu hình thiết bị, ID cổng sẽ xuất hiện trong danh sách thả xuống tại hộp kết nối PORT.
- BAUD và PARITY được cài đặt giống như thông số được cấu hình trong module truyền thông (9600 và No parity).
- MB\_DB: Khi chèn các lệnh này vào chương trình, định danh DB sẽ xuất hiện trong danh sách thả xuống tại hộp kết nối MB\_DB.

b) Khối MB\_MASTER

Khối MB\_MASTER là một khối chức năng (FB) để gửi và nhận dữ liệu qua giao thức Modbus RTU hoặc Modbus ASCII, khi PLC S7-1200/S7-1500 hoạt động như Modbus Master. Khối này dùng để đọc/ghi dữ liệu đến thiết bị Slave như biến tần, cảm biến, HMI, v.v.



Hình 5.10 Khối MB\_MASTER.

Bảng 5.3 Các tham số khối MB\_MASTER.

Tham số	Khai báo	Kiểu dữ liệu	Vùng nhớ	Mô tả
REQ	Input	BOOL	I, Q, M, D, L	Yêu cầu thực hiện.
MB_ADDR	Input	UINT	I, Q, M, D, L hoặc hằng số	Địa chỉ trạm Modbus RTU.
MODE	Input	USINT	I, Q, M, D, L hoặc hằng số	Chọn chế độ: Chỉ định loại yêu cầu: Đọc, ghi hoặc chẩn đoán.
DATA_ADDR	Input	UDINT	I, Q, M, D, L hoặc hằng số	Địa chỉ bắt đầu trong slave.
DATA_LEN	Input	UINT	I, Q, M, D, L hoặc hằng số	Độ dài dữ liệu.
DATA_PTR	In_Out	VARIANT	M, D	Con trỏ đến địa chỉ bộ nhớ bit hoặc khối DB trong CPU nơi dữ liệu sẽ được ghi hoặc đọc.

- REQ sử dụng “Clock\_1Hz” để thực hiện đọc hoặc ghi với tần số 1 Hz.
- MB\_ADDR là địa chỉ Slave nằm trong phạm vi 0 đến 247.
- MODE là các chế độ truyền thông:
  - 0 là thực hiện đọc dữ liệu.

- 1 là thực hiện ghi dữ liệu.
- DATA\_ADDR chỉ định địa chỉ bắt đầu của dữ liệu cần truy cập trong thiết bị slave Modbus.

Bảng 5.4 Địa chỉ các thông số của DATA\_ADDR.

Mô tả thông số	Chế độ	Hexa	Dec	Địa chỉ Modbus	DATA_ADDR
Lệnh điều khiển	Write	2000H	8192	400001	408193
Tần số đặt	Write	2001H	8193	400001	408194
Tần số đang chạy	Read	3000H	12288	400001	412289
Tần số đặt	Read	3001H	12289	400001	412290
Điện áp bus	Read	3002H	12290	400001	412291
Điện áp ngõ ra	Read	3003H	12291	400001	412292
Dòng điện ngõ ra	Read	3004H	12292	400001	412293
Tốc độ ngõ ra	Read	3005H	12293	400001	412294

- DATA\_LEN chỉ định số bit hoặc từ cần truy cập trong yêu cầu này.
- DATA\_PTR:
  - Khi đọc dữ liệu: DATA\_PTR chỉ đến nơi dữ liệu từ slave sẽ được lưu trong PLC.
  - Khi ghi dữ liệu: DATA\_PTR chỉ đến nơi PLC sẽ lấy dữ liệu để gửi đến slave.

### 5.4.3 Các Tag và Datablock

#### a) Các Tag trong chương trình

Bảng 5.5 Các Tag INPUT trong chương trình.

Tên	Kiểu dữ liệu	Địa chỉ	Mô tả
START	Bool	%I0.3	Nút nhấn START trên tủ
STOP	Bool	%I0.4	Nút nhấn STOP trên tủ
E-STOP	Bool	%I0.5	Nút nhấn E-STOP trên tủ
RESET	Bool	%I0.6	Nút nhấn RESET trên tủ
HMI_START	Bool	%M12.0	Nút nhấn START trên HMI
HMI_STOP	Bool	%M12.1	Nút nhấn STOP trên HMI
HMI_E-STOP	Bool	%M12.2	Nút nhấn E-STOP trên HMI
HMI_RESET	Bool	%M12.3	Nút nhấn RESET trên HMI
Bo Phát Analog	Int	%IW66	Bộ phát Analog

CB_1	Bool	%M2.0	Cảm biến đứt sợi 1
CB_2	Bool	%M2.1	Cảm biến đứt sợi 2
CB_3	Bool	%M2.2	Cảm biến đứt sợi 3

Bảng 5.6 Các Tag OUTPUT trong chương trình.

Tên	Kiểu dữ liệu	Địa chỉ	Mô tả
Tanso_hienthi_1	Real	%MD3	Hiển thị tần số biến tần 1 trên HMI
Tanso_hienthi_2	Real	%MD7	Hiển thị tần số biến tần 2 trên HMI

Bảng 5.7 Các Tag TRUNG\_GIAN trong chương trình.

Tên	Kiểu dữ liệu	Địa chỉ	Mô tả
T_G1	Real	%MD20	Trung gian
T_G2	Real	%MD24	Trung gian
T_G3	Real	%MD28	Trung gian
T_G4	Real	%MD32	Trung gian
T_G5	Real	%MD41	Trung gian
T_G6	Real	%MD53	Trung gian
T_G7	Real	%MD57	Trung gian
T_G8	Real	%MD61	Trung gian
T_G9	Bool	%M65.2	Trung gian
T_G10	Real	%MD66	Trung gian
Fault	Bool	%M36.0	Tín hiệu lỗi
F_ESTOP	Bool	%M36.6	Tín hiệu E-STOP
Run	Bool	%M36.7	Trạng thái hoạt động
L_chu_ky	Real	%MD37	Chiều dài dây trong 1 chu kỳ
Du_chieu_dai	Bool	%M65.0	Tín hiệu đủ chiều dài
Do_xoan	Bool	%M36.1	Tín hiệu đã đạt độ xoắn
Luc_cang	Bool	%M36.5	Tín hiệu đã đạt lực căng
Chieu_dai	Bool	%M65.1	Tín hiệu đã đạt chiều dài

b) Các Datablock trong chương trình

Bảng 5.8 Khối DATA trong chương trình.

Tên	Kiểu dữ liệu	Offset	Mô tả
Gia_tri_dat_chieu_dai	Real	0.0	Giá trị đặt chiều dài dây
Chieu_dai_thuc	Real	4.0	Giá trị chiều dài dây thực
Gia_tri_dat_do_xoan	Real	8.0	Giá trị đặt độ xoắn
Gia_tri_dat_luc_cang	Real	12.0	Giá trị đặt lực căng
Luc_cang_thuc	Real	16.0	Giá trị lực căng thực

Bảng 5.9 Khối DATA\_MODBUS trong chương trình.

Tên	Kiểu dữ liệu	Offset	Mô tả
Write_INVT1	Struct	0.0	
Lenh_dieu_khien	Int	0.0	Lệnh điều khiển biến tần 1
Tan_so_dat	Int	2.0	Tần số đặt cho biến tần 1
Write_INVT2	Struct	4.0	
Lenh_dieu_khien	Int	4.0	Lệnh điều khiển biến tần 2
Tan_so_dat	Int	6.0	Tần số đặt cho biến tần 2
Read_INVT1	Struct	8.0	
Tan_so_dang_chay	Int	8.0	Tần số đang chạy biến tần 1
Tan_so_dat	Int	10.0	Tần số đặt cho biến tần 1
Dien_ap_bus	Int	12.0	Điện áp bus biến tần 1
Dien_ap_ngo_ra	Int	14.0	Điện áp ngõ ra biến tần 1
Dong_dien_ngo_ra	Int	16.0	Dòng điện ngõ ra biến tần 1
Toc_do_ngo_ra	Int	18.0	Tốc độ ngõ ra biến tần 1
Read_INVT2	Struct	20.0	
Tan_so_dang_chay	Int	20.0	Tần số đang chạy biến tần 2
Tan_so_dat	Int	22.0	Tần số đặt cho biến tần 2
Dien_ap_bus	Int	24.0	Điện áp bus biến tần 2
Dien_ap_ngo_ra	Int	26.0	Điện áp ngõ ra biến tần 2
Dong_dien_ngo_ra	Int	28.0	Dòng điện ngõ ra biến tần 2
Toc_do_ngo_ra	Int	30.0	Tốc độ ngõ ra biến tần 2

Bảng 5.10 Khối DATA\_PID trong chương trình.

Tên	Kiểu dữ liệu	Offset	Mô tả
Setpoint	Real	0.0	Giá trị đặt lực căng
Feedback	Real	4.0	Giá trị lực căng phản hồi
Out	Int	8.0	Tín hiệu điều khiển
Kp	Real	10.0	Kp
Ti	Real	14.0	Ti
Td	Real	18.0	Td
Reset_PID	Bool	22.0	Reset thông số PID

Bảng 5.11 Khối ALARMS.

Tên	Kiểu dữ liệu	Offset
Chưa đặt lực căng warning	Bool	0.0
Chưa đặt lực căng error	Bool	0.1
Chưa đặt chiều dài warning	Bool	0.2
Chưa đặt chiều dài error	Bool	0.3
Chưa đặt độ xoắn warning	Bool	0.4
Chưa đặt độ xoắn error	Bool	0.5
Đứt dây 1	Bool	0.6
Đứt dây 2	Bool	0.7
Đứt dây 3	Bool	1.0
Đạt đủ chiều dài	Bool	1.1
Hệ thống E-Stop	Bool	1.2
Quá giới hạn lực căng warning	Bool	1.3
Quá giới hạn lực căng error	Bool	1.4
Chiều dài đặt không phù hợp	Bool	1.5
Độ xoắn đặt không phù hợp	Bool	1.6
Lực căng đặt không phù hợp	Bool	1.7
Chưa đặt lực căng warning	Bool	0.0

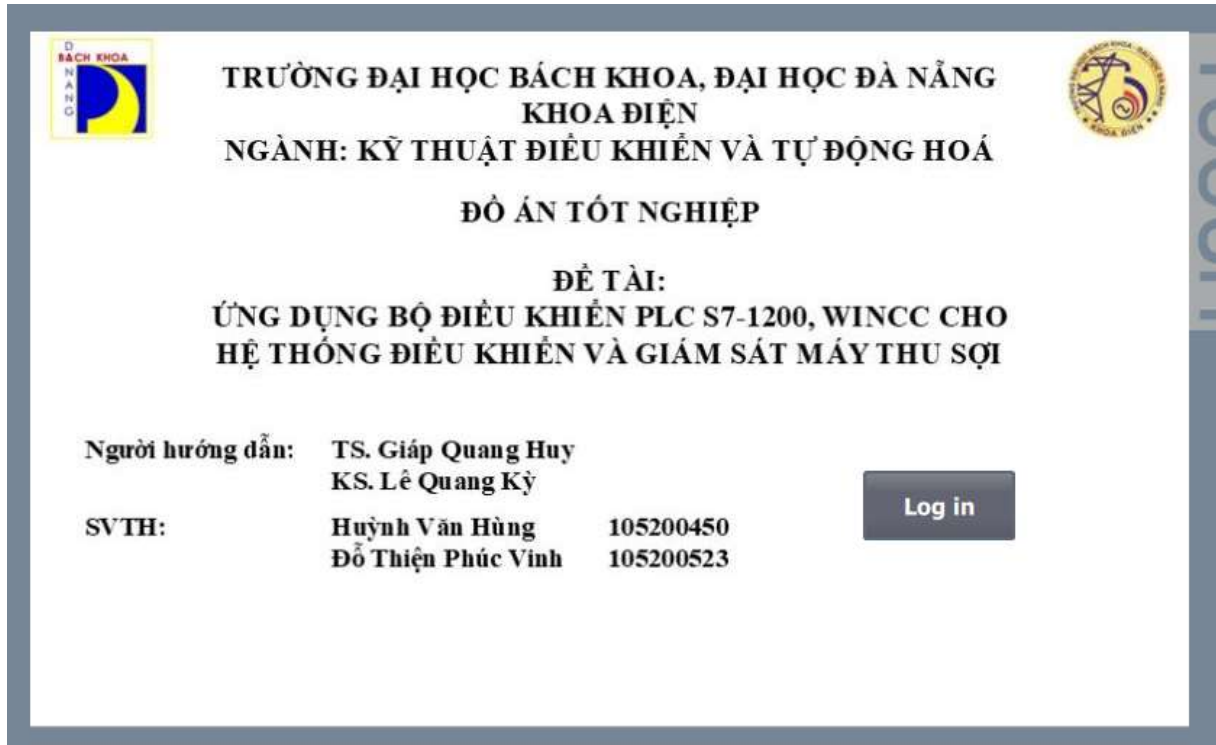
#### 5.4.4 Chương trình điều khiển

{ Xem trong phụ lục 3 }

## 5.5 Thiết kế màn hình giám sát

### 5.5.1 Màn hình đăng nhập

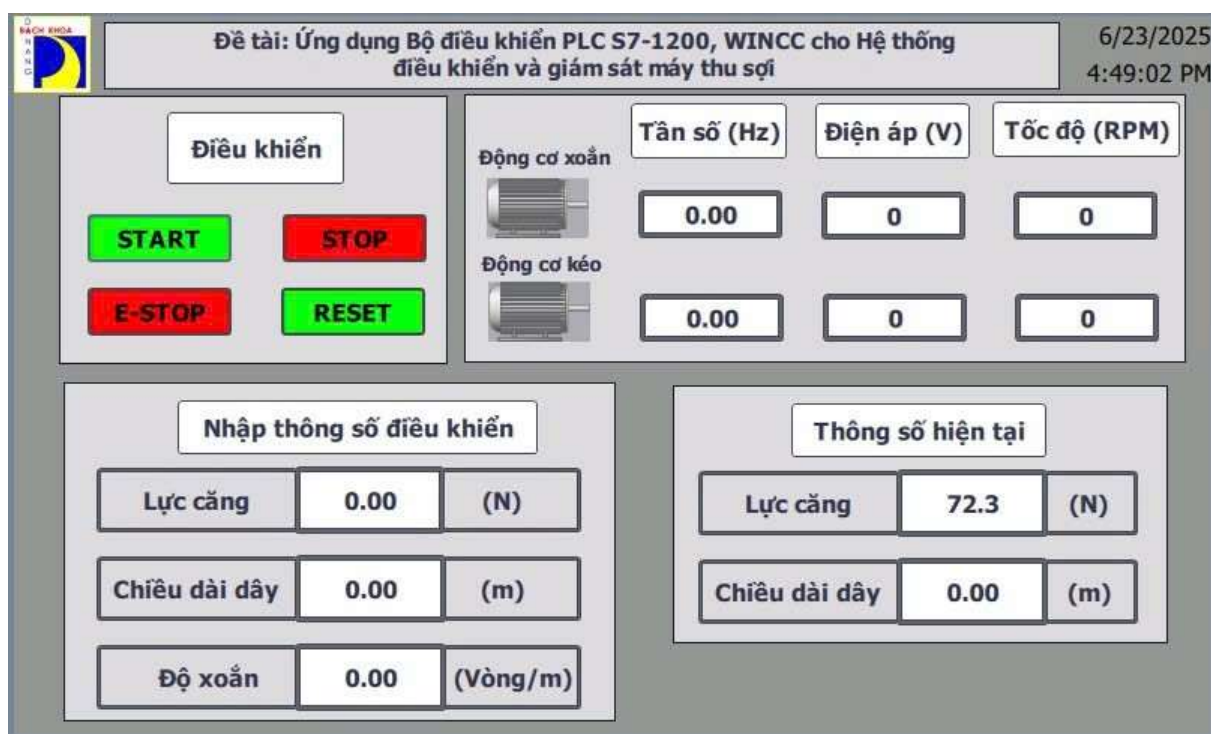
Tại màn hình đăng nhập gồm đầy đủ các thông tin đề tài, người hướng dẫn, sinh viên thực hiện. Tại góc phải có nút đăng nhập “Log in”, khi nhấn vào sẽ hiện thị giao diện đăng nhập, với tên đăng nhập là “admin”, mật khẩu là “123”.



Hình 5.11 Màn hình đăng nhập.

### 5.5.2 Màn hình chính

Sau khi đăng nhập thành công, sẽ xuất hiện màn hình chính như hình:



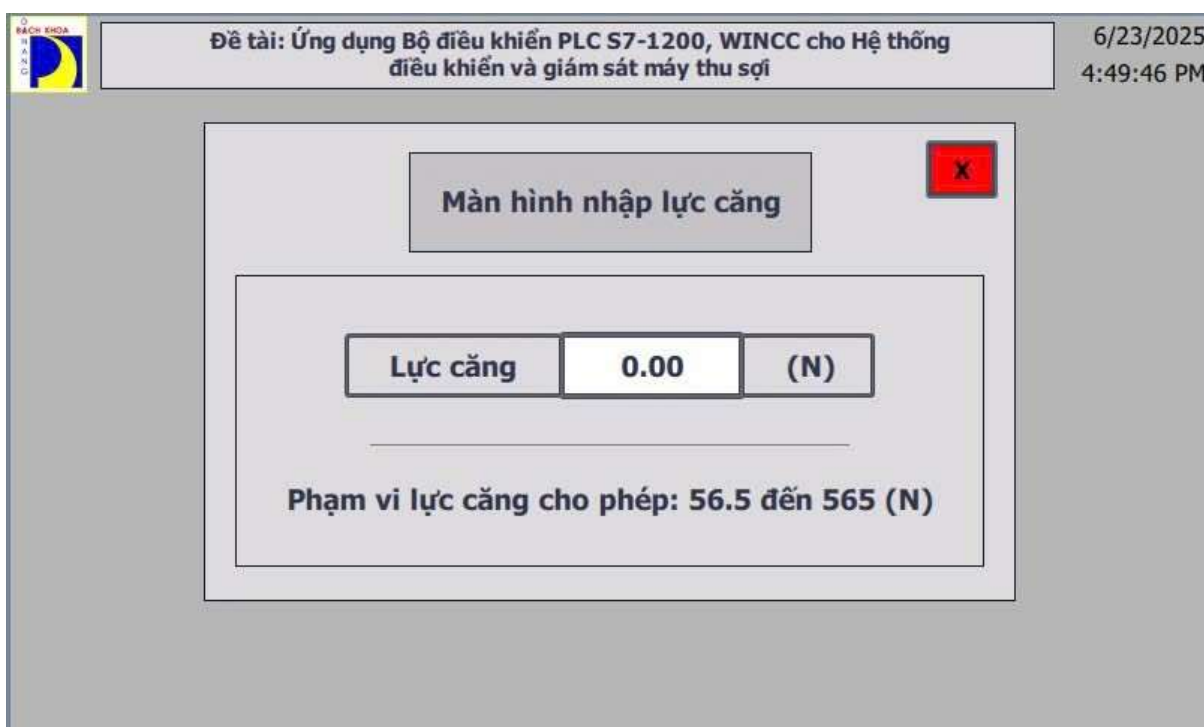
Hình 5.12 Màn hình chính.

Trên màn hình chính gồm có 4 phần:

- Phần điều khiển: Có các nút START, STOP, E-STOP, RESEST để thao tác điều khiển hệ thống.
- Phần thông số động cơ: Hiển thị các thông số hiện tại của động cơ như tần số, điện áp, tốc độ.
- Phần nhập thông số điều khiển: Cho phép nhập các thông số lực căng, chiều dài dây, độ xoắn mong muốn.
- Thông số hiện tại: Cho phép theo dõi lực căng phản hồi và chiều dài dây thu được.

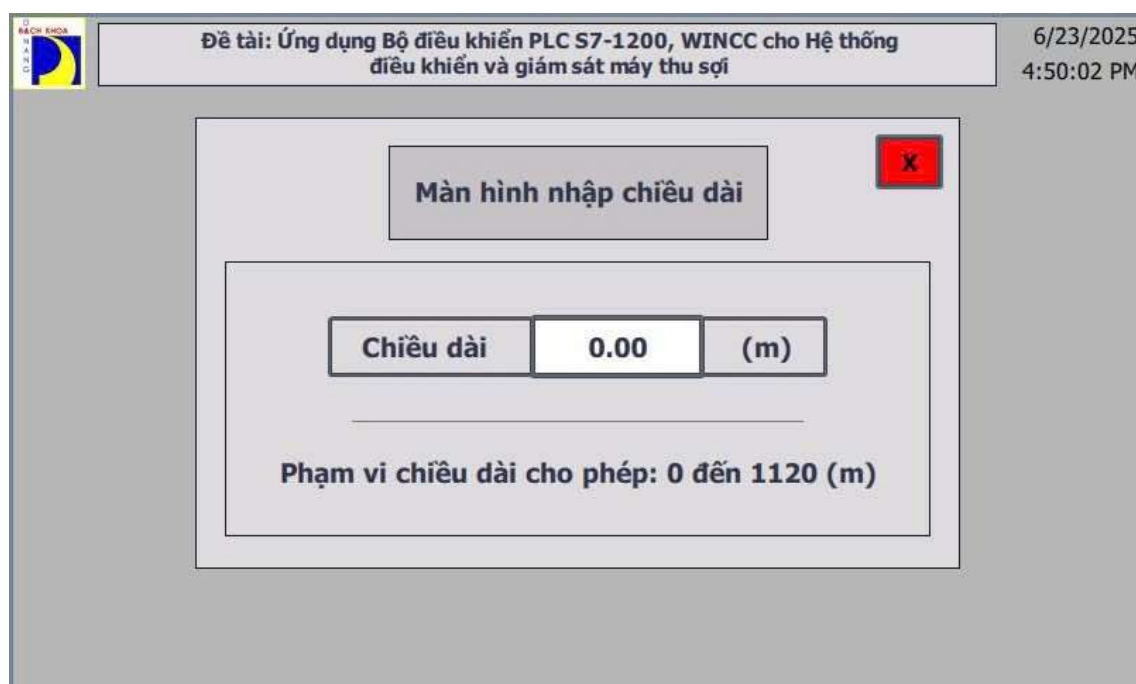
### 5.5.3 Màn hình nhập thông số

Ở phần nhập thông số điều khiển khi chọn các thông số để nhập sẽ xuất hiện các màn hình nhập tương ứng với thông số đó. Trong đó cũng sẽ hiển thị phạm vi cho phép của từng thông số.



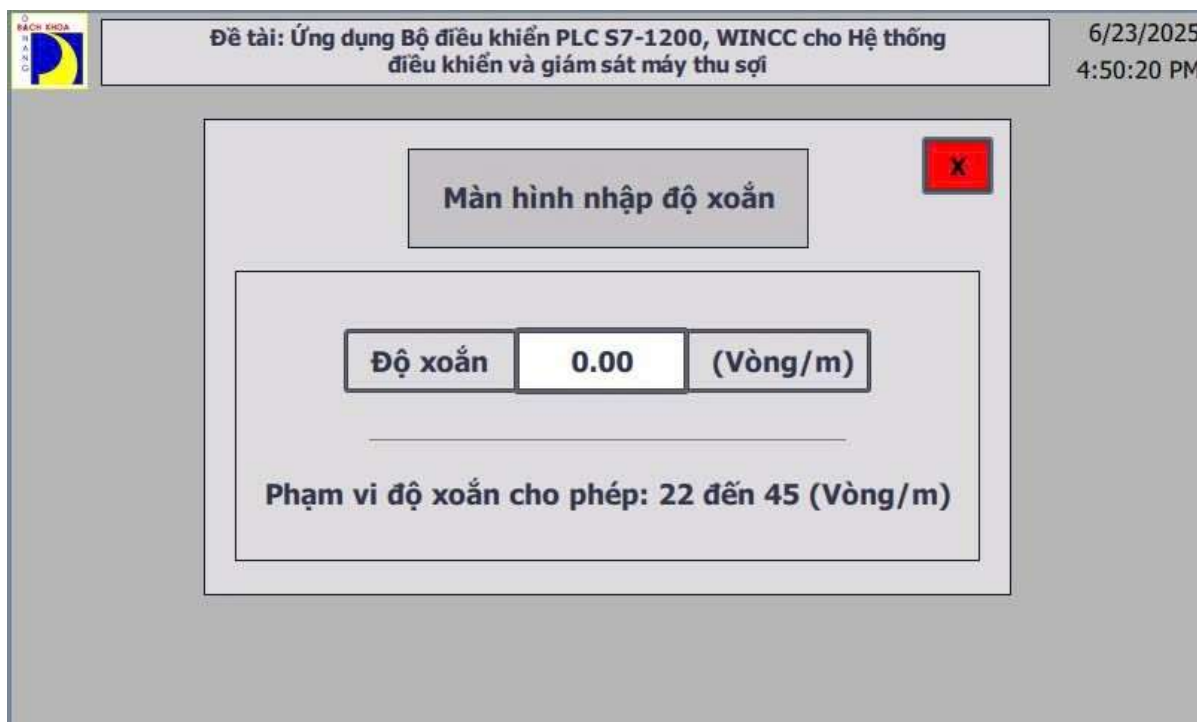
Hình 5.13 Màn hình nhập lực căng.

Tại màn hình nhập thông số lực căng, sẽ gồm có phần nhập lực căng và chú thích phạm vi đặt lực căng (56.6 – 565N). Việc có giới gian này nhằm mục đích thông báo cho người vận hành giá trị nên đặt, đảm bảo an toàn và chất lượng sản xuất cho hệ thống. Cụ thể nếu lực căng đặt nhỏ hơn 56.5N thì chất lượng cuộn dây thu sẽ bị ảnh hưởng vì dây sẽ bị chùng, nếu lực căng đặt lớn hơn 565N thì dây thu vào cuộn sẽ quá căng dẫn đến làm dây bị biến dạng, tệ hơn là đứt dây.



Hình 5.14 Màn hình nhập chiều dài.

Tại màn hình nhập thông số chiều dài, sẽ gồm có phần nhập lực căng và chú thích phạm vi đặt chiều dài (0 – 1120m). Việc có giới gian này nhằm mục đích thông báo cho người vận hành giá trị nên đặt, đảm bảo an toàn và chất lượng sản xuất cho hệ thống. Cụ thể nếu chiều dài đặt lớn hơn 1120m thì dây thu vào cuộn sẽ bị thừa dẫn đến ảnh hưởng đến thành phẩm.



Hình 5.15 Màn hình nhập độ xoắn.

Tại màn hình nhập thông số độ xoắn, sẽ gồm có phần nhập lực căng và chú thích phạm vi đặt độ xoắn (22 – 45 vòng/m). Việc có giới gian này nhằm mục đích thông báo cho người vận hành giá trị nên đặt, đảm bảo an toàn và chất lượng sản xuất cho hệ thống. Cụ thể nếu độ xoắn đặt nhỏ hơn 22 vòng/m và lớn hơn 45 vòng/m thì dây khi xoắn sẽ bị ảnh hưởng làm chất lượng dây không đảm bảo.

#### 5.5.4 Màn hình cảnh báo, lỗi

Khi hệ thống gặp các trường hợp lỗi màn hình cảnh báo, lỗi sẽ xuất hiện thông báo cho người vận hành biết tình trạng của hệ thống và thời điểm xảy ra lỗi.

No.	Time	Date	Text
3	5:34:54 PM	6/15/2025	Chưa đặt độ xoắn
2	5:34:54 PM	6/15/2025	Chưa đặt chiều dài
1	5:34:54 PM	6/15/2025	Chưa đặt lực căng

Hình 5.16 Màn hình cảnh báo, lỗi.

Với các cảnh báo, nội dung sẽ được hiển thị trên nền vàng. Hệ thống vẫn hoạt động khi có cảnh báo nhưng cần người vận hành kiểm tra.

Với các lỗi, nội dung sẽ hiển thị trên nền đỏ. Hệ thống sẽ dừng khẩn cấp và cần người vận hành khắc phục.

Với thông báo đủ chiều dài dây sẽ được hiển thị trên nền xanh. Hệ thống sẽ dừng hoạt động và cần người vận hành thu thành phẩm.

## 5.6 Kết luận chương 5

Chương 5 đã giới thiệu phần mềm TIA Portal như một công cụ tích hợp mạnh mẽ cho tự động hóa, hỗ trợ lập trình PLC, thiết kế HMI và cấu hình truyền thông.

Quá trình cấu hình PLC S7-1200 và module truyền thông CM 1241 (RS485) được thực hiện chi tiết, bao gồm thiết lập địa chỉ IP, ngõ vào analog và bộ nhớ hệ thống. Các bước này đảm bảo hệ thống hoạt động ổn định và tương thích với thiết bị ngoại vi.

Lưu đồ thuật toán và chương trình điều khiển được xây dựng rõ ràng, sử dụng khối PID\_Compact để điều chỉnh lực căng và khối Modbus (MB\_COMM\_LOAD, MB\_MASTER) để giao tiếp với biến tần. Các tag và datablock được tổ chức khoa học, giúp quản lý dữ liệu hiệu quả.

Giao diện giám sát trên HMI được thiết kế trực quan, bao gồm màn hình đăng nhập, điều khiển chính, nhập thông số và cảnh báo lỗi. Điều này giúp người vận hành dễ dàng tương tác và theo dõi trạng thái hệ thống.

## KẾT LUẬN

Trong suốt quá trình thực hiện đồ án tốt nghiệp nhóm đã gặp nhiều khó khăn, thử thách nhưng với sự hướng dẫn tận tình, chu đáo của anh Lê Quang Kỳ và thầy Giáp Quang Huy cùng với đó là sự nỗ lực, cố gắng của nhóm đã hoàn thành đề tài với yêu cầu đặt ra và đạt được các kết quả:

### 1. Kết quả đạt được

Kết quả đạt được:

- Thi công và lắp đặt mô hình tủ điện điều khiển.
- Lập trình điều khiển thành công các động cơ bằng truyền thông giữa PLC và biến tần.
- Điều khiển và giám sát được các thông số thực tế trên màn hình HMI.
- Đảm bảo lực căng ổn định trong suốt quá trình vận hành.
- Cải thiện được hiệu suất so với cách điều khiển truyền thống.

Từ các kết quả đạt được trên, nhóm đã thu về cho bản thân các kiến thức và kỹ năng quý báu sau:

- Kỹ năng tìm kiếm và tổng hợp tài liệu.
- Biết được quy trình thiết kế tủ điện trong thực tế.
- Cải thiện kỹ năng thiết kế bản vẽ mạch động lực, mạch điều khiển cũng như cách lắp đặt thiết bị trong tủ sao cho hợp lý.
- Nâng cao kỹ năng lập trình PLC và thiết kế giao diện giám sát WINCC.
- Hiểu và biết cách cài đặt các thông số của biến tần đặt biệt là dòng INVT GD20.

### 2. Hạn chế

Các điểm hạn chế, chưa thực hiện được:

- Chưa tích hợp cảm biến phản hồi tốc độ thực tế để điều khiển tốc độ chính xác cho quá trình xoắn.
- Giao diện HMI còn đơn giản.
- Hệ thống chưa được kết nối với mạng công nghiệp để giám sát từ xa.

### 3. Hướng phát triển

Đề tài hiện mới chỉ dừng lại ở việc thiết kế một mô hình hệ thống thu nhỏ, nên chưa thể phản ánh đầy đủ khả năng hoạt động của hệ thống trong điều kiện thực tế. Do đó, hệ

thống vẫn còn tiềm năng để được phát triển và hoàn thiện hơn nhằm đạt được khả năng khi ứng dụng vào thực tế. Hướng phát triển đề tài nhóm đề xuất:

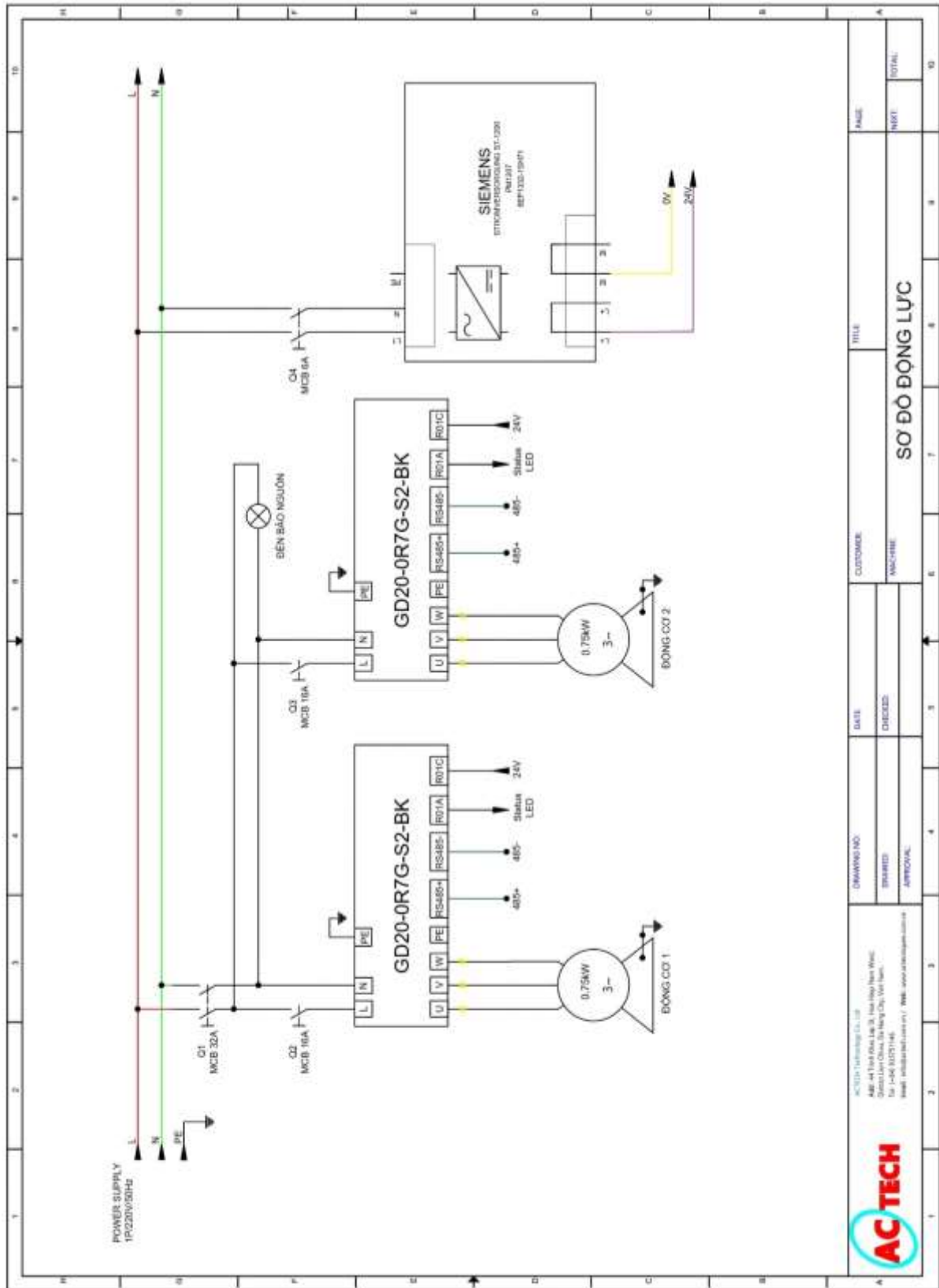
- Tích hợp truyền thông công nghiệp để kết nối SCADA, hỗ trợ giám sát và điều khiển hệ thống từ xa.
- Ứng dụng các thuật toán điều khiển nâng cao như PID, Fuzzy Logic hoặc Adaptive Control để đảm bảo ổn định lực căng và tốc độ xoắn trong mọi điều kiện hoạt động.
- Thiết kế hệ thống phù hợp với các loại sợi khác nhau như: sợi nhựa, sợi cotton, sợi composite.
- Thêm chức năng bảo trì dự đoán (Predictive Maintenance) dựa trên thời gian hoạt động và dữ liệu cảm biến.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] SIAM BROTHERS VIỆT NAM, “Quy trình sản xuất dây thừng,” 21/04/2023. [Online]. Available: <https://www.siambrothersvn.com/quy-trinh-san-xuat-day-thung-414-26.html>. [Accessed: Mar. 26, 2025].
- [2] Robco Engineering, “ROBCO MT44-20,”. [Online]. Available: <https://www.robco-eng.com/rope-making-machines/mt44-20-2/>. [Accessed: Apr. 1, 2025].
- [3] Forsentek, “Rope tension transducer|Wire tension sensor,”. [Online]. Available: [http://www.forsentek.com/prodetail\\_293.html](http://www.forsentek.com/prodetail_293.html). [Accessed: Apr. 8, 2025].
- [4] GIA THỊNH Công nghệ tiên phong, “Cảm biến đứt sợi Barmag A-424-8839,”. [Online]. Available: <https://githco.com/cam-bien-dut-soi-barmag/>. [Accessed: Apr. 8, 2025].
- [5] HAI AU, “Encoder Omron E6B2-CWZ6C 600P/R 2M,”. [Online]. Available: <https://codienhaiau.com/product/encoder-omron-e6b2-cwz6c-600p-r-2m/>. [Accessed: Apr. 9, 2025].
- [6] SIEMENS, “6ES7214-1AG40-0XB0,”. [Online]. Available: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/6ES7214-1AG40-0XB0>. [Accessed: Apr. 9, 2025].
- [7] SIEMENS, “6ES7241-1CH32-0XB0,”. [Online]. Available: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/6ES7241-1CH32-0XB0>. [Accessed: Apr. 9, 2025].
- [8] SIEMENS, “6EP1332-1SH71,”. [Online]. Available: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ww/Catalog/Product/?mlfb=6EP1332-1SH71>. [Accessed: Apr. 9, 2025].
- [9] HAI AU, “Biến tần INVT GD20-0R7G-S2-BK 0.75kW 1 Pha 220V,”. [Online]. Available: <https://codienhaiau.com/product/bien-tan-invt-gd20-0r7g-s2-bk-0-75kw-1-pha/>. [Accessed: Apr. 10, 2025].
- [10] SIEMENS, “6AV2123-2GB03-0AX0,”. [Online]. Available: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ww/Catalog/Product/6AV2123-2GB03-0AX0>. [Accessed: Apr. 10, 2025].
- [11] INVT, “GD20 Series VFD Manual\_V1.9,”. [Online]. Available: [https://www.invt.com/uploads/file1/20230629/GD20%20Series%20VFD%20Manual\\_V1.9.pdf](https://www.invt.com/uploads/file1/20230629/GD20%20Series%20VFD%20Manual_V1.9.pdf). [Accessed: Apr. 15, 2025].

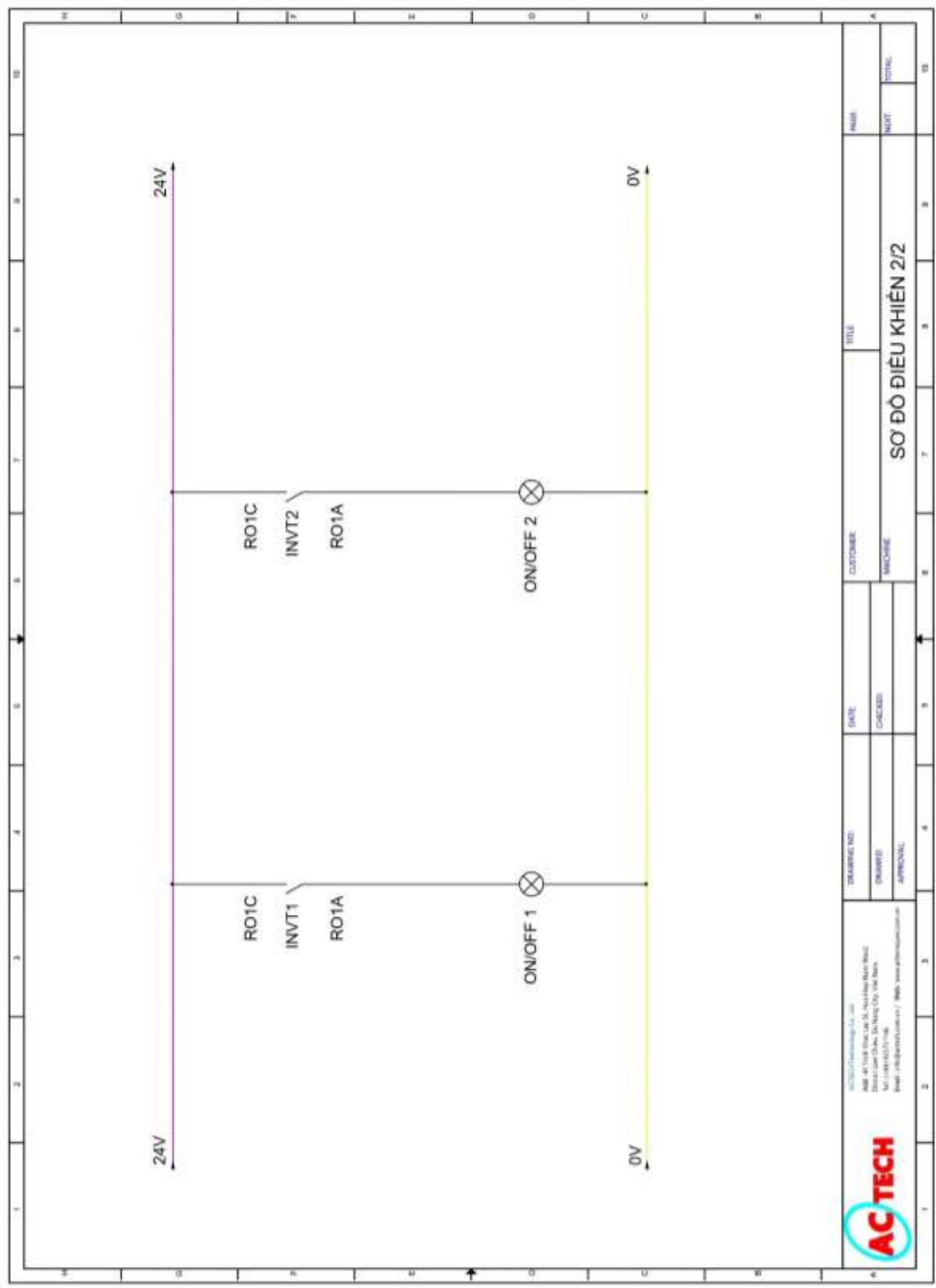
[12] Đỗ Văn Tuấn, “Tensile strength là gì?,” [Online]. Available: <https://tuanhungphat.vn/tensile-strength/>. [Accessed: Apr. 17, 2025].

# PHỤ LỤC 1



A	DRAWING NO.		CUSTOMER		TITLE		PAGE		
	DESIGNED		MACHINE		SƠ ĐỒ ĐỘNG LỰC		NOTE		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
								TOTAL	10





AC TECH Technology Co., Ltd  
 40B Ph 10/8 Đường Cầu Ông Thìn, Quận Bình Tân  
 Thành Phố Hồ Chí Minh, Việt Nam  
 Tel: +84 (0)28 22 11 88  
 Email: info@actech.vn / sales@actech.vn / www.actech.vn

DRAWING NO:  
 DRAWN BY:  
 APPROVAL:

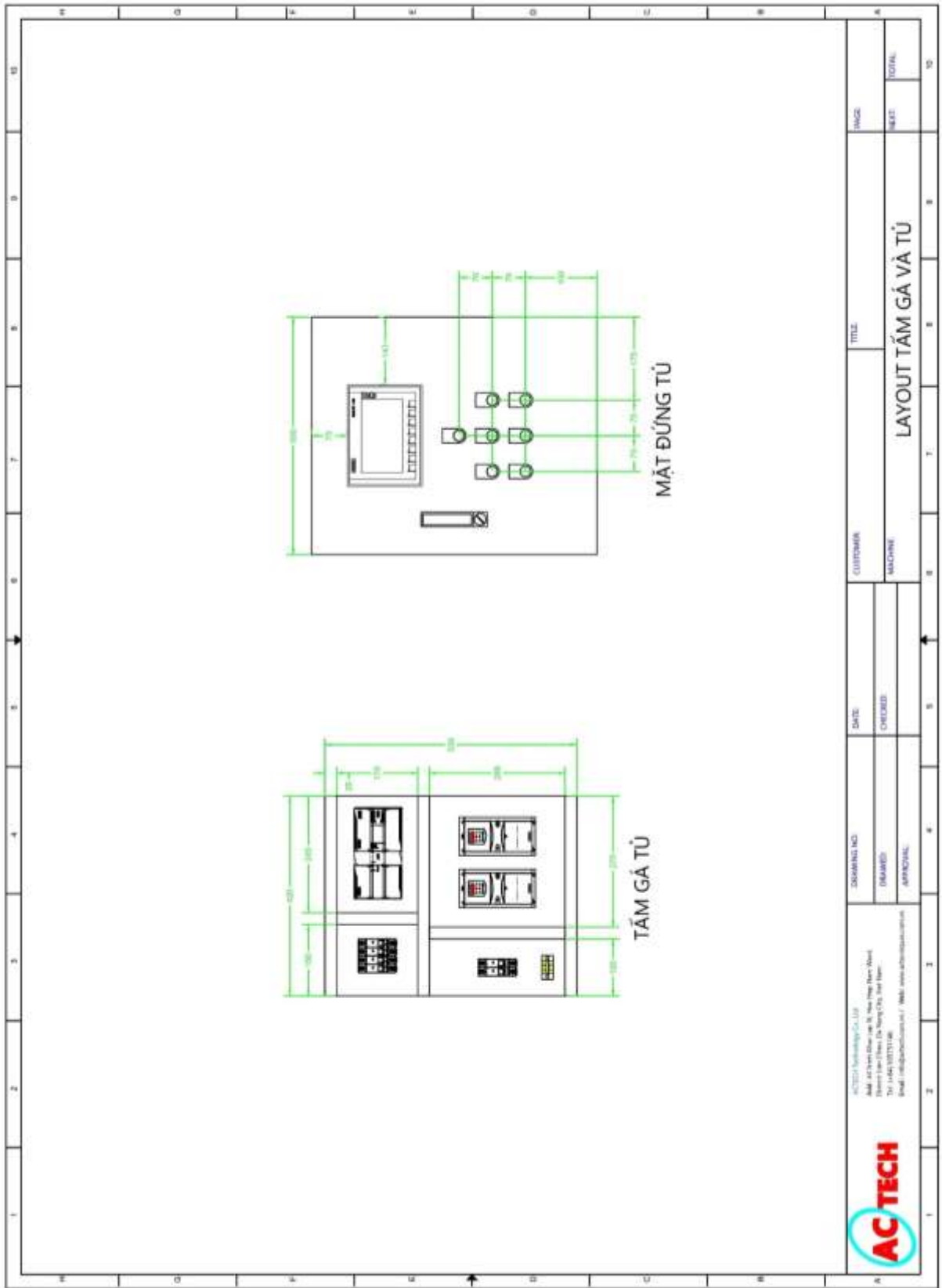
DATE:  
 CHECKED:

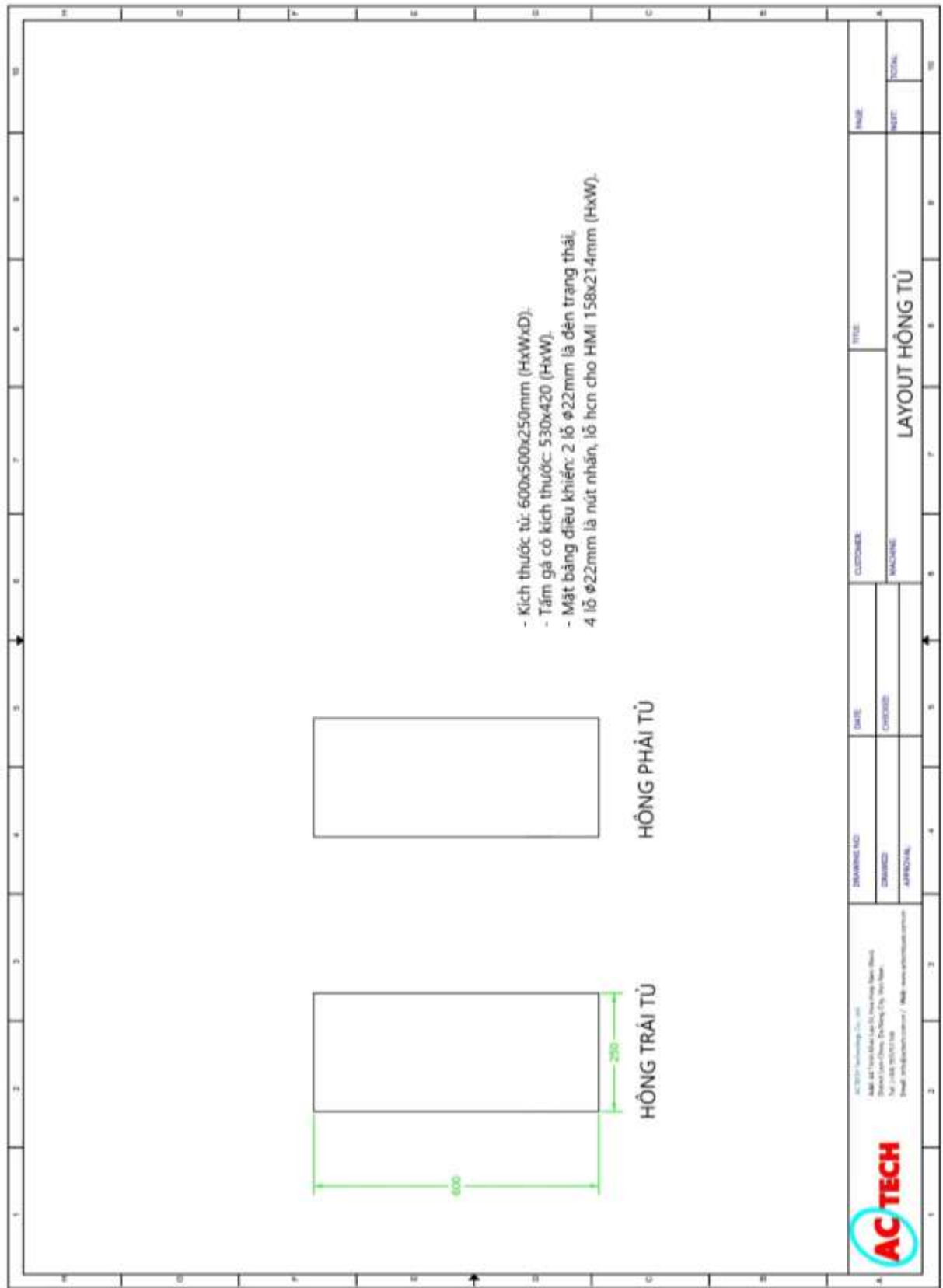
CUSTOMER:  
 WORKNO:

TITLE

SƠ ĐỒ ĐIỀU KHIỂN 2/2

PAGE:  
 NEXT:  
 TOTAL:





PART LIST

SIT	TÊN	KÝ HIỆU	NHÃN TÊN	THÔNG SỐ	SỐ LƯỢNG	NHÀ SẢN XUẤT	GHI CHÚ
4	ĐÈN BẢO NGUYỄN		BẢO NGUYỄN	#Z2	1		
5	ĐÈN BẢO PHÒNG		PHỞ	#Z2	1		
6	ĐÈN BẢO PHÒNG		PHỞ	#Z2	1		
7	MẬT NHÃN NHẬP NHÀ, MÀU XANH		START	#Z2	1		
8	MẬT NHÃN NHẬP NHÀ, MÀU ĐỎ		STOP	#Z2	1		
9	MẬT NHÃN DỪNG KHẨN CẤP		E-STOP	#Z2	1		
10	MẬT NHÃN NHẬP NHÀ, MÀU XANH		RESET	#Z2	1		
11	APTOMAT	MCB		2P 20A	1		
12	APTOMAT	MCB		1P 16A	2		
13	APTOMAT	MCB		2P 25A	1		
14	Ổ ĐÓNG BƠM	PHỞ		1P 220V/0.75KW	2		
15	Ổ ĐÓNG BƠM	PLC		CPU 1214C DC/DC/DC	1		
16	Ổ ĐÓNG BƠM	DM 1241		RS 422 / 485	1		
17	Ổ ĐÓNG BƠM	PM 1207			1		
18	Ổ ĐÓNG BƠM	TERMINAL		3P 60A	1		
19	Ổ ĐÓNG BƠM	TU 800A000250		970400030 (P/N:42)	1		
20	Ổ ĐÓNG BƠM	TRÁI KẾT NỐI Bàn		2"	1		
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							



AC TECH (Hàng Việt Nam)  
 100 Đường Nguyễn Huệ, Quận 1, TP. HCM  
 Hotline: 0903 123 456  
 Email: info@ac-tech.vn

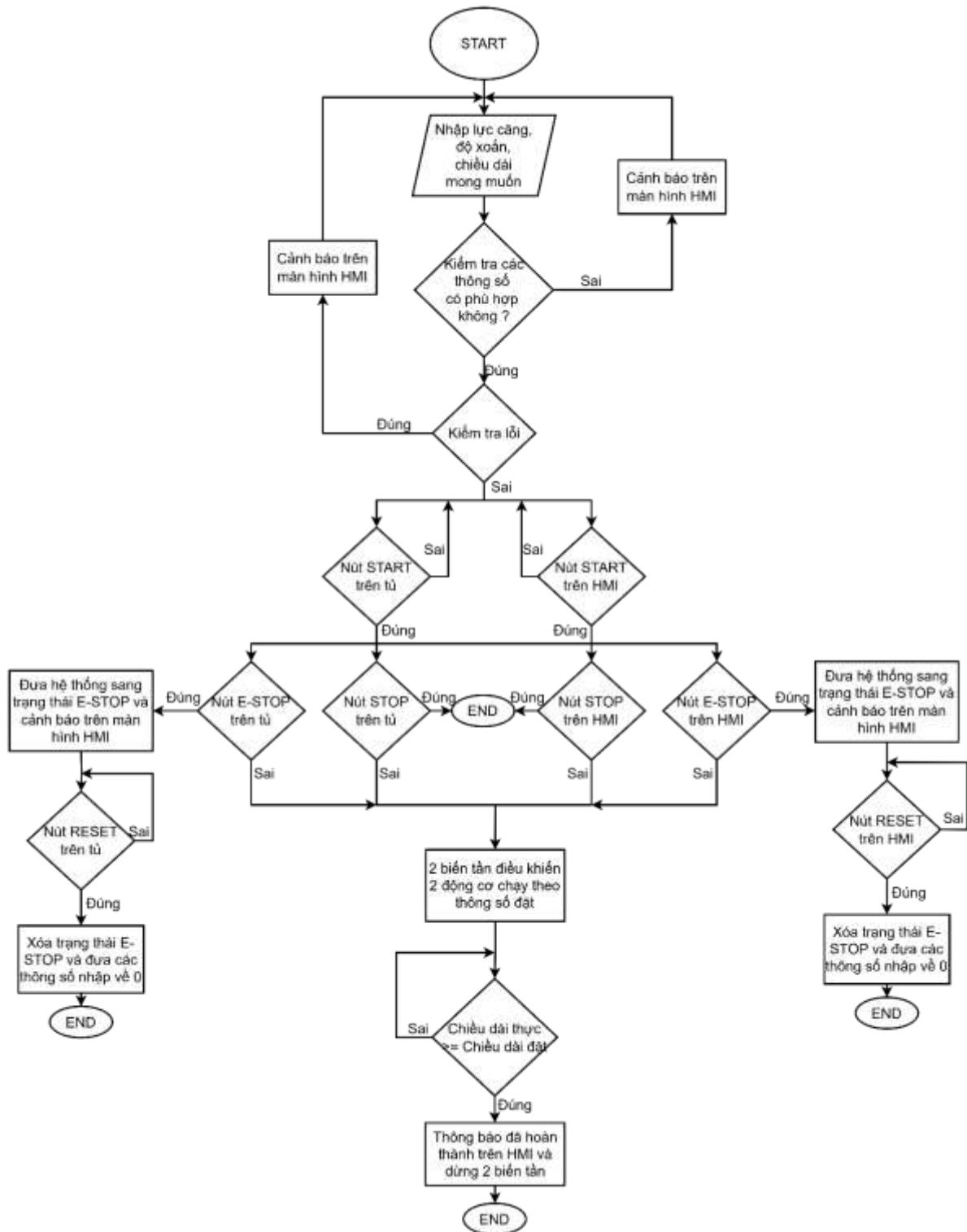
DATE: \_\_\_\_\_  
 CHECKED: \_\_\_\_\_  
 APPROVAL: \_\_\_\_\_

CUSTOMER: \_\_\_\_\_  
 MACHINE: \_\_\_\_\_

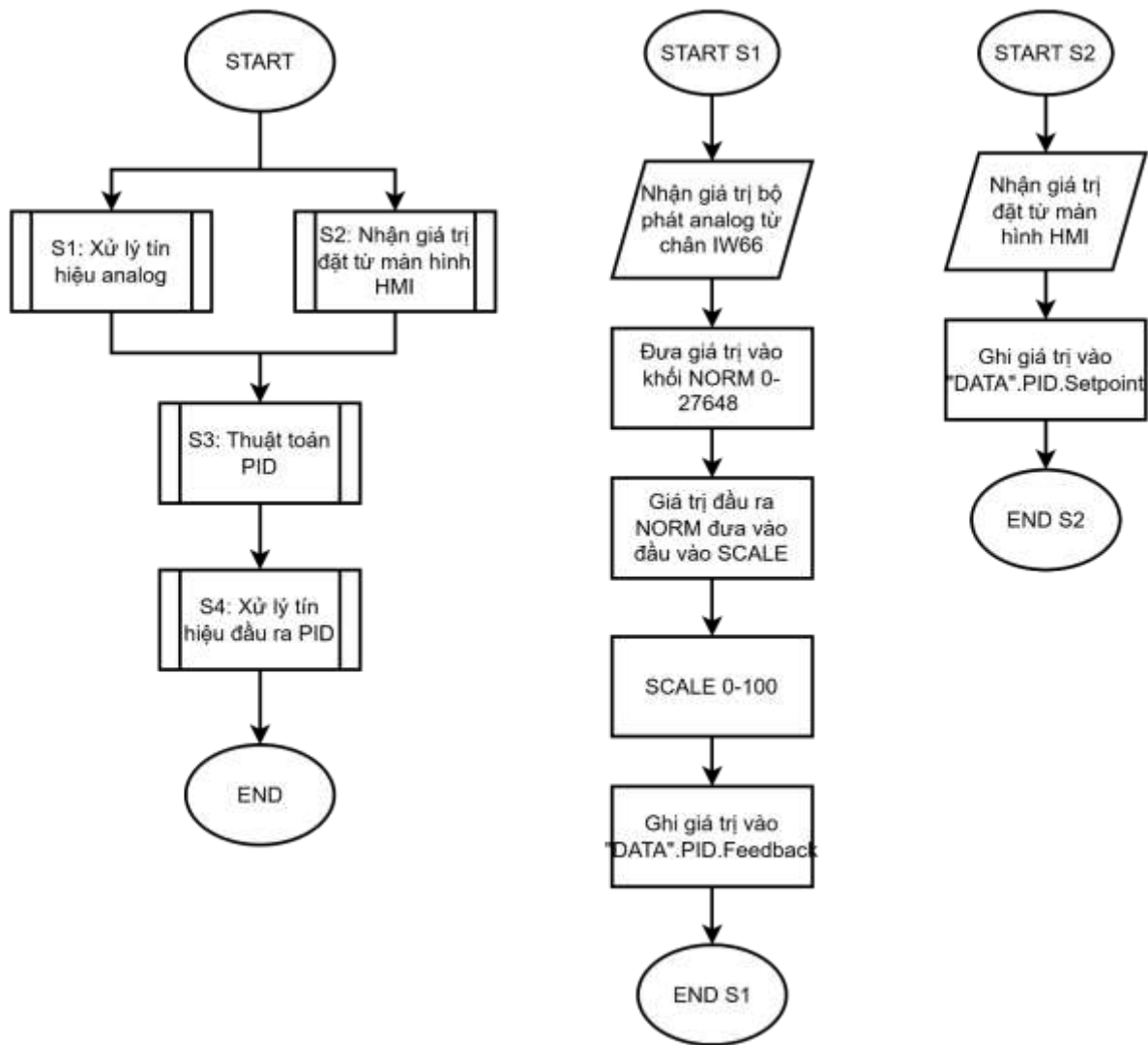
TELE: \_\_\_\_\_  
**DANH SÁCH THIẾT BỊ**

NO: \_\_\_\_\_  
 NO: \_\_\_\_\_  
**TOTAL**

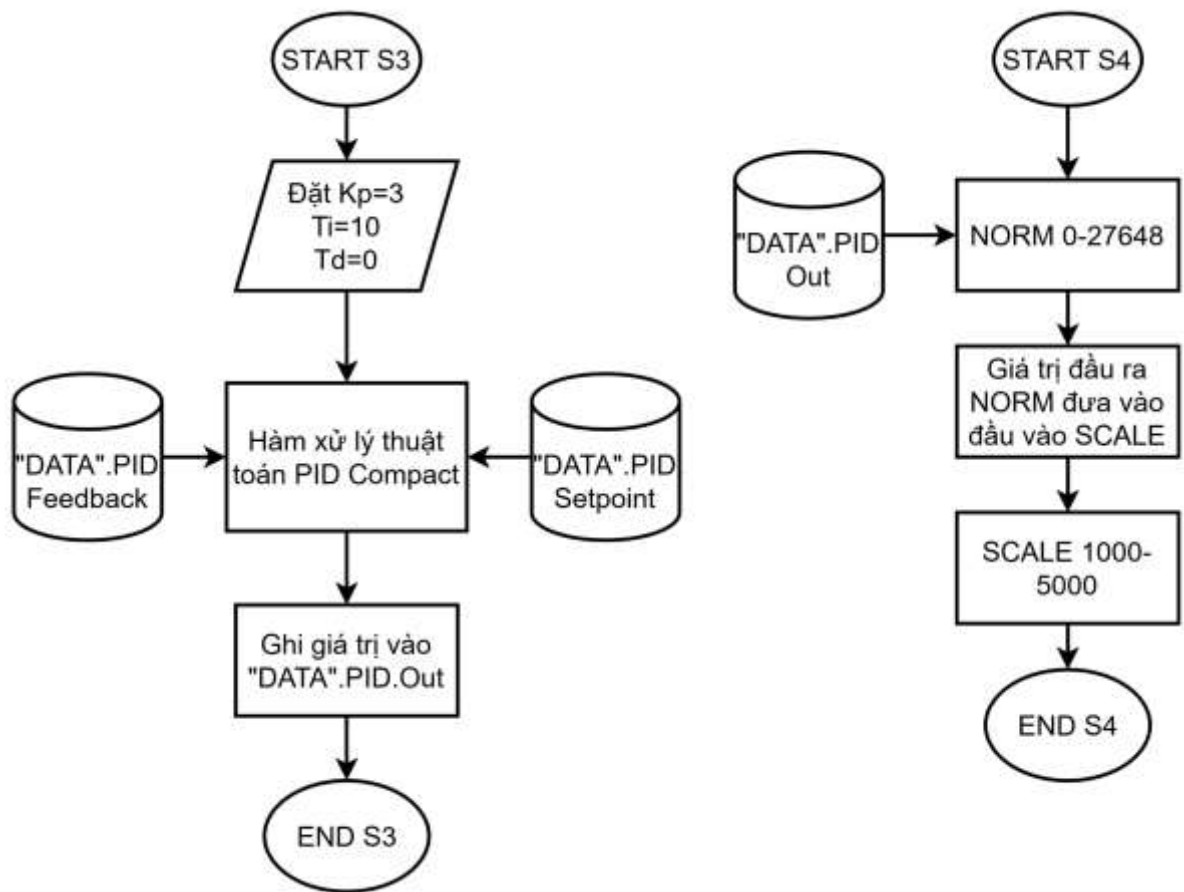
## PHỤ LỤC 2



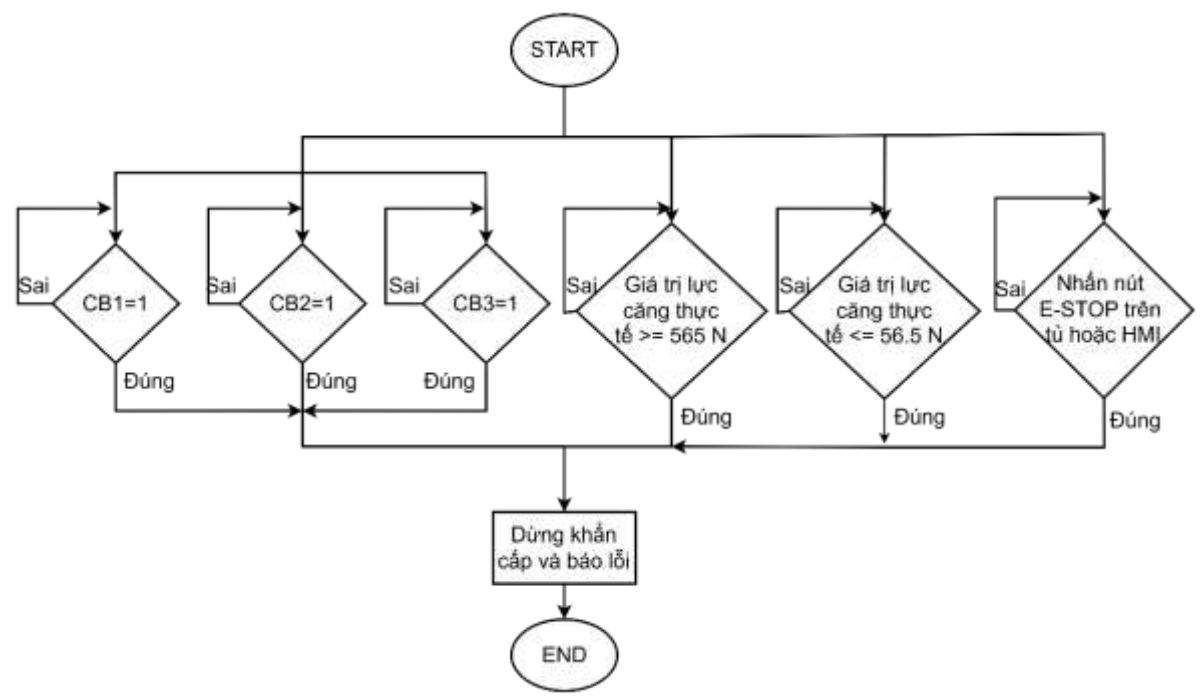
Lưu đồ thuật toán điều khiển chính



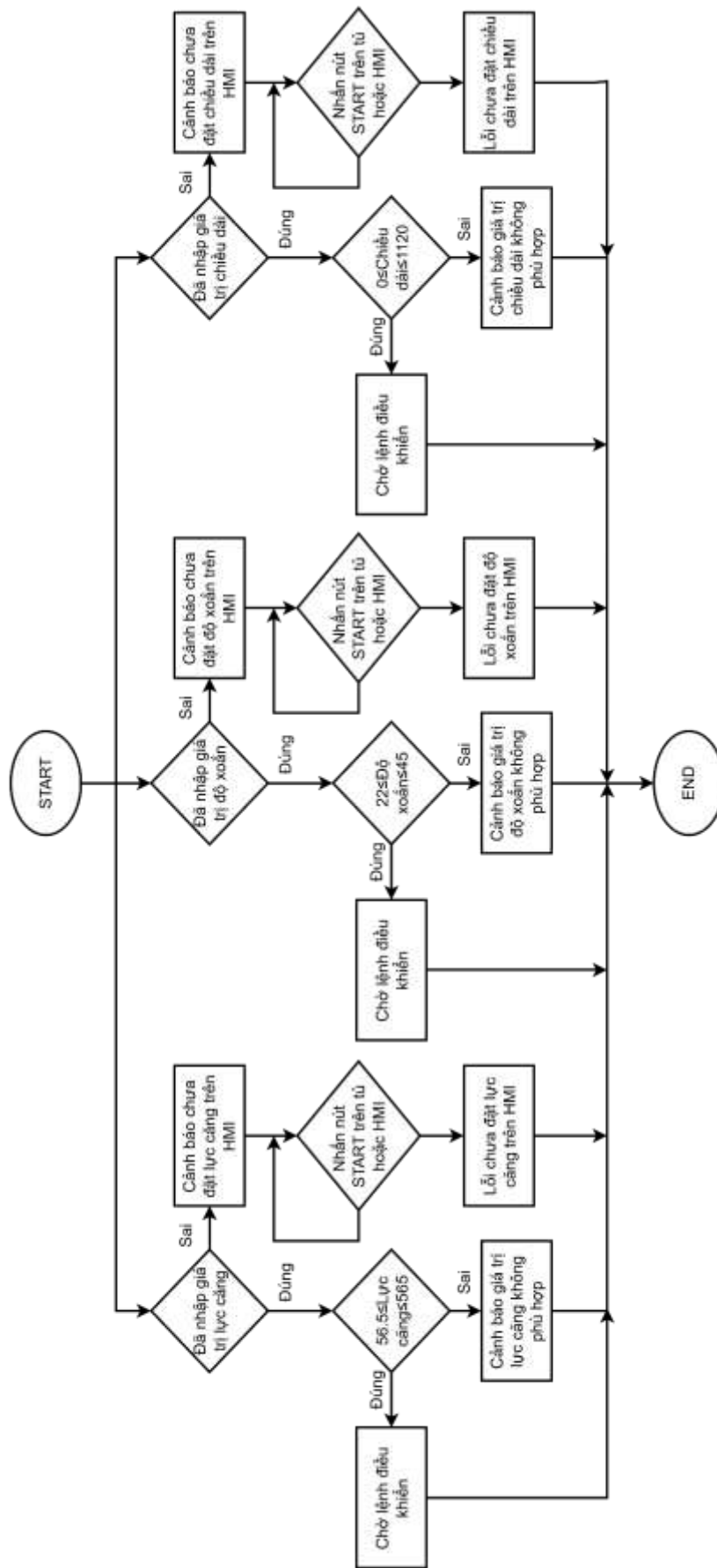
Lưu đồ thuật toán PID điều khiển lực căng (1)



Lưu đồ thuật toán PID điều khiển lực căng (2)



Lưu đồ thuật toán dừng khẩn cấp

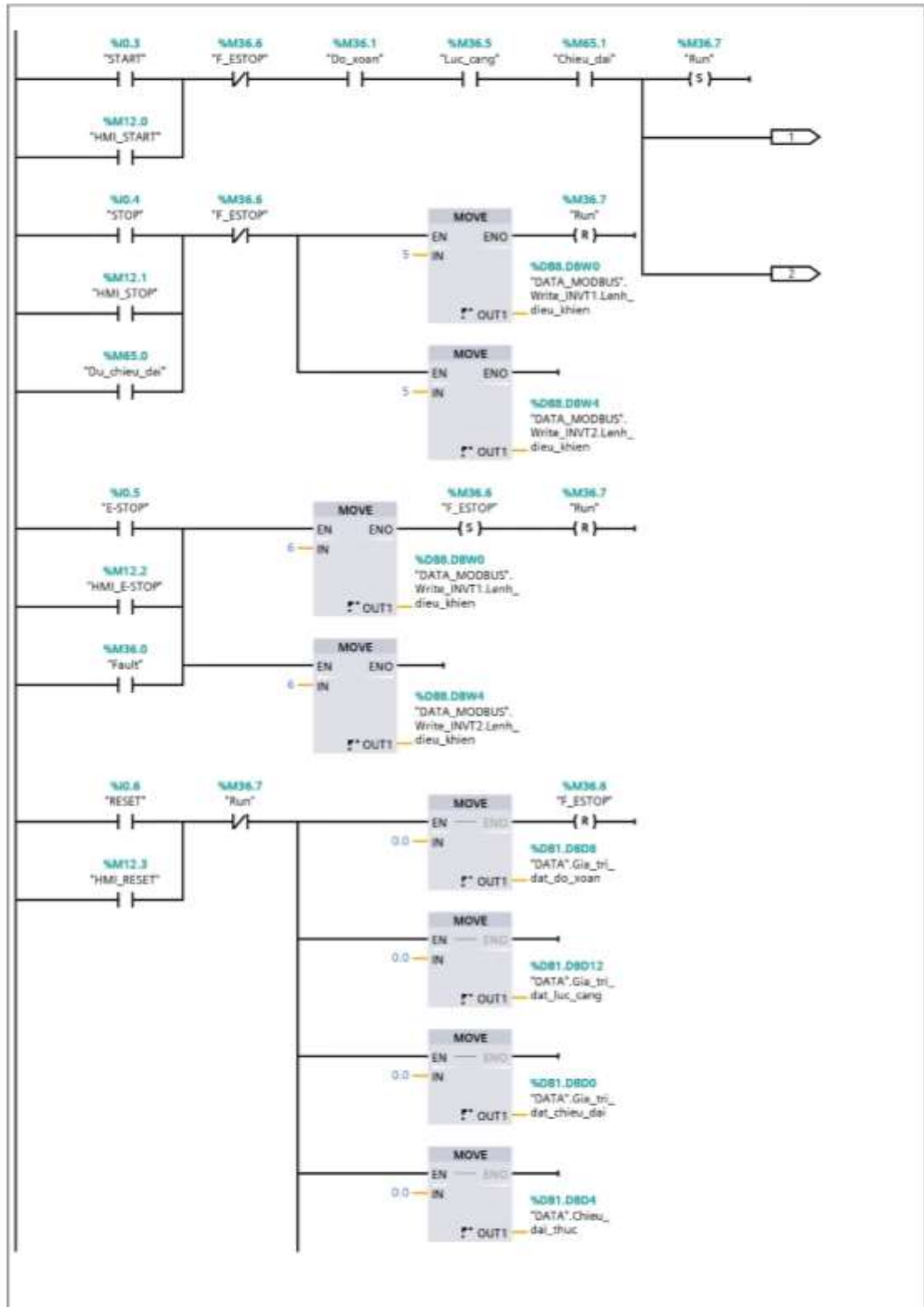


Lưu đồ thuật toán kiểm tra giá trị đặt

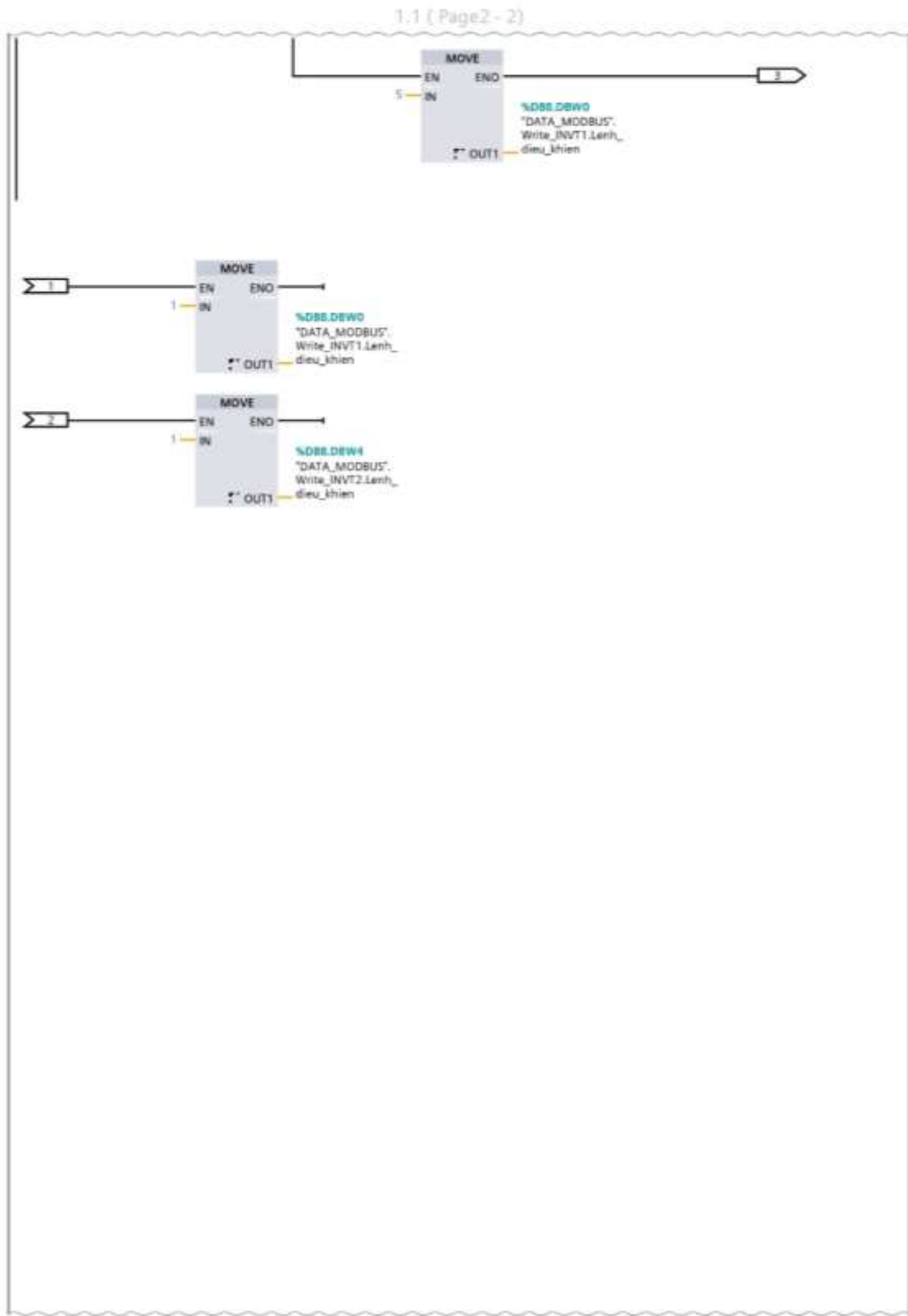
## PHỤ LỤC 3

Totally Integrated Automation Portal																																						
<p><b>Main [OB1]</b></p> <p><b>Main Properties</b></p> <p><b>General</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"><b>Name</b></td> <td style="width: 20%;">Main</td> <td style="width: 20%;"><b>Number</b></td> <td style="width: 20%;">1</td> <td style="width: 20%;"><b>Type</b></td> <td style="width: 20%;">OB</td> </tr> <tr> <td><b>Language</b></td> <td>LAD</td> <td><b>Numbering</b></td> <td>Automatic</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p><b>Information</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"><b>Title</b></td> <td style="width: 20%;">"Main Program Sweep (Cycle)"</td> <td style="width: 20%;"><b>Author</b></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"><b>Comment</b></td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td><b>Family</b></td> <td></td> <td><b>Version</b></td> <td>0.1</td> <td><b>User-defined ID</b></td> <td></td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Name</th> <th style="width: 20%;">Data type</th> <th style="width: 20%;">Default value</th> <th style="width: 30%;">Comment</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temp</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Constant</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Network 1: Nút nhấn</b></p>			<b>Name</b>	Main	<b>Number</b>	1	<b>Type</b>	OB	<b>Language</b>	LAD	<b>Numbering</b>	Automatic			<b>Title</b>	"Main Program Sweep (Cycle)"	<b>Author</b>		<b>Comment</b>		<b>Family</b>		<b>Version</b>	0.1	<b>User-defined ID</b>		Name	Data type	Default value	Comment	Temp				Constant			
<b>Name</b>	Main	<b>Number</b>	1	<b>Type</b>	OB																																	
<b>Language</b>	LAD	<b>Numbering</b>	Automatic																																			
<b>Title</b>	"Main Program Sweep (Cycle)"	<b>Author</b>		<b>Comment</b>																																		
<b>Family</b>		<b>Version</b>	0.1	<b>User-defined ID</b>																																		
Name	Data type	Default value	Comment																																			
Temp																																						
Constant																																						

Network 1: Nút nhấn (1.1 / 3.1)

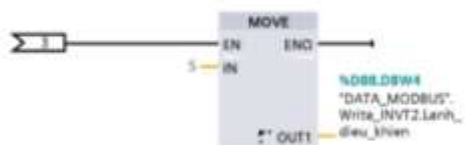


Network 1: Nút nhấn (2.1 / 3.1)



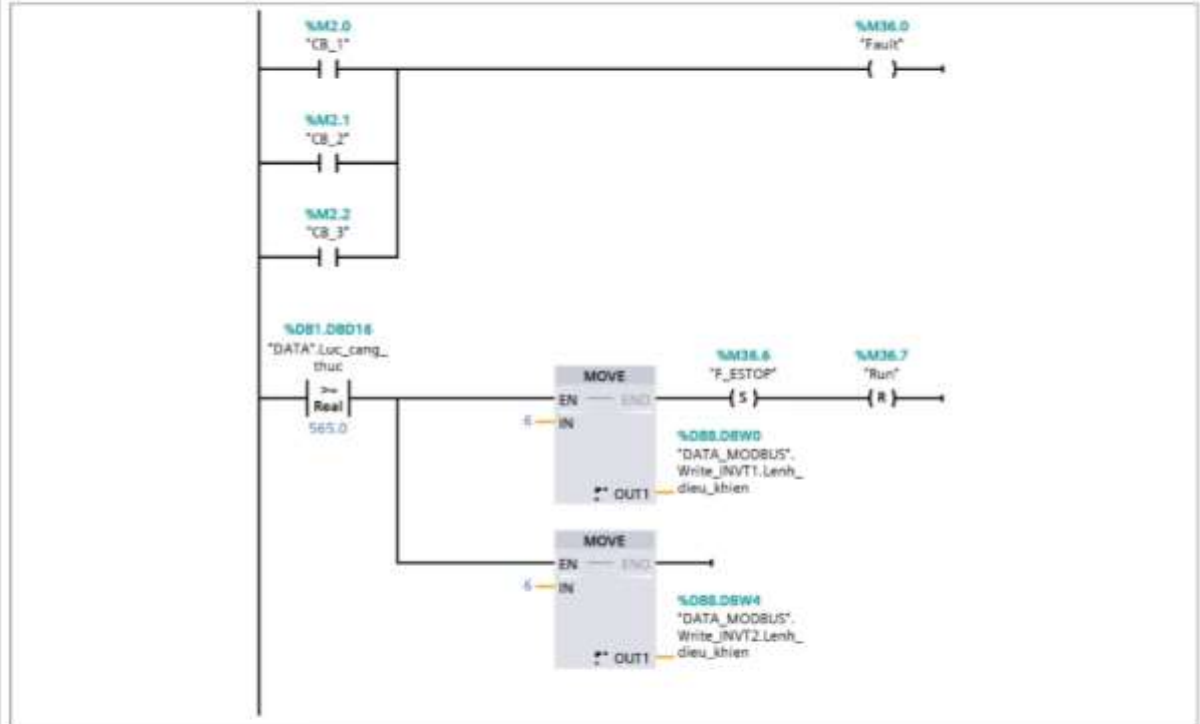
Network 1: Nút nhấn (3.1 / 3.1)

2.1 ( Page2 - 3)



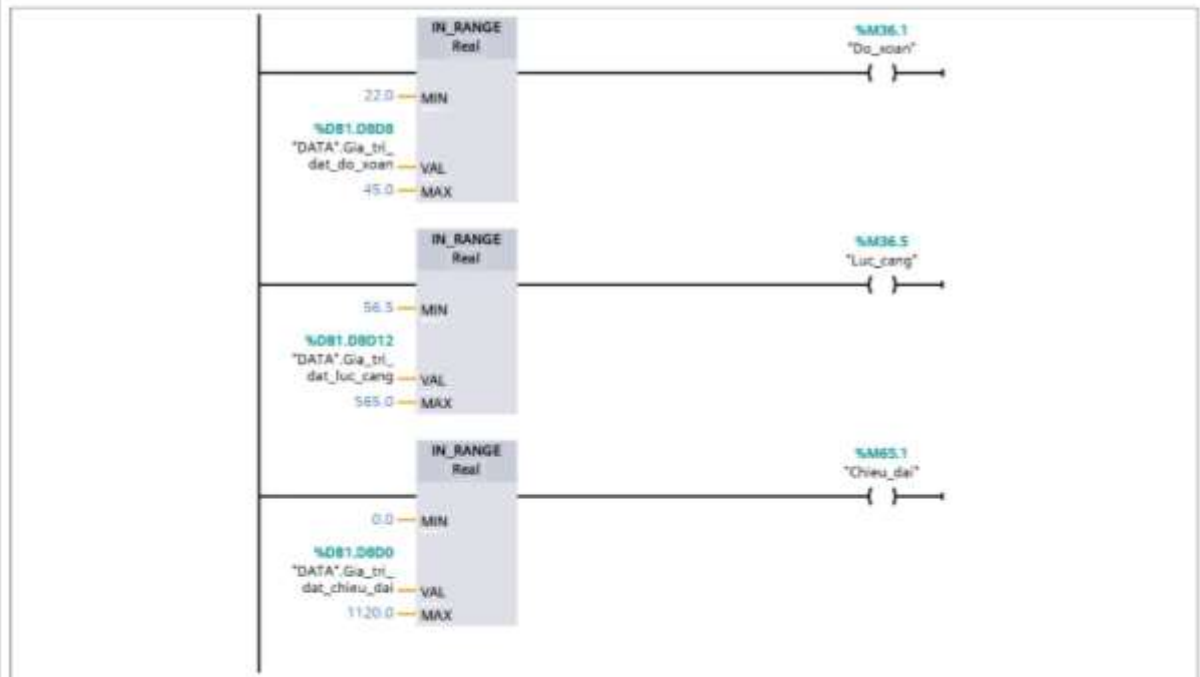
### Network 2: Chế độ lỗi

Khi cảm biến khi phát hiện đứt sợi, quá giá trị lực căng sẽ dừng khẩn cấp



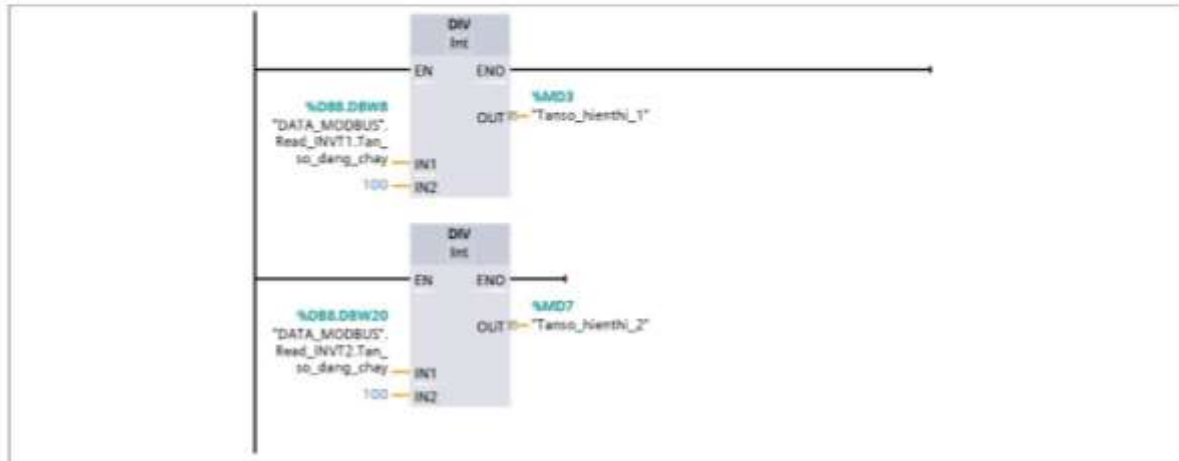
### Network 3: Kiểm tra dữ liệu cần nhập trước khi chạy

Cần nhập giá trị độ xoắn, lực căng, chiều dài mong muốn trước khi bấm START



### Network 4: Hiển thị tần số

Tính toán để đưa ra giá trị tần số hiển thị trên HMI



### Network 5: Chương trình lỗi và cảnh báo



### Network 6: Chương trình truyền thông



### Network 7: Chương trình nhập thông số PID



### Network 8: Chương trình xử lý tín hiệu đầu vào PID



### Network 9: Chương trình xử lý tín hiệu đầu ra PID

Totally Integrated Automation Portal		
	<p>The diagram shows a single step in an SFC. A vertical line on the left is labeled 'IN'. A horizontal bar represents the step, labeled 'SFC4' in green and 'Xử lý tín hiệu đầu ra RD' in black. The bar ends with 'END'. An arrow points from the 'END' label to the right.</p>	
<p><b>Network 10: Chương trình tính toán tần số biến tần 1</b></p>		
	<p>The diagram shows a single step in an SFC. A vertical line on the left is labeled 'IN'. A horizontal bar represents the step, labeled 'SFC5' in green and 'Tính toán tần số biến tần 1' in black. The bar ends with 'END'. An arrow points from the 'END' label to the right.</p>	
<p><b>Network 11: Chương trình tính toán chiều dài dây thu được</b></p>		
	<p>The diagram shows a single step in an SFC. A vertical line on the left is labeled 'IN'. A horizontal bar represents the step, labeled 'SFC7' in green and 'Tính toán chiều dài dây thu được' in black. The bar ends with 'END'. An arrow points from the 'END' label to the right.</p>	

## Cyclic interrupt [OB30]

### Cyclic interrupt Properties

#### General

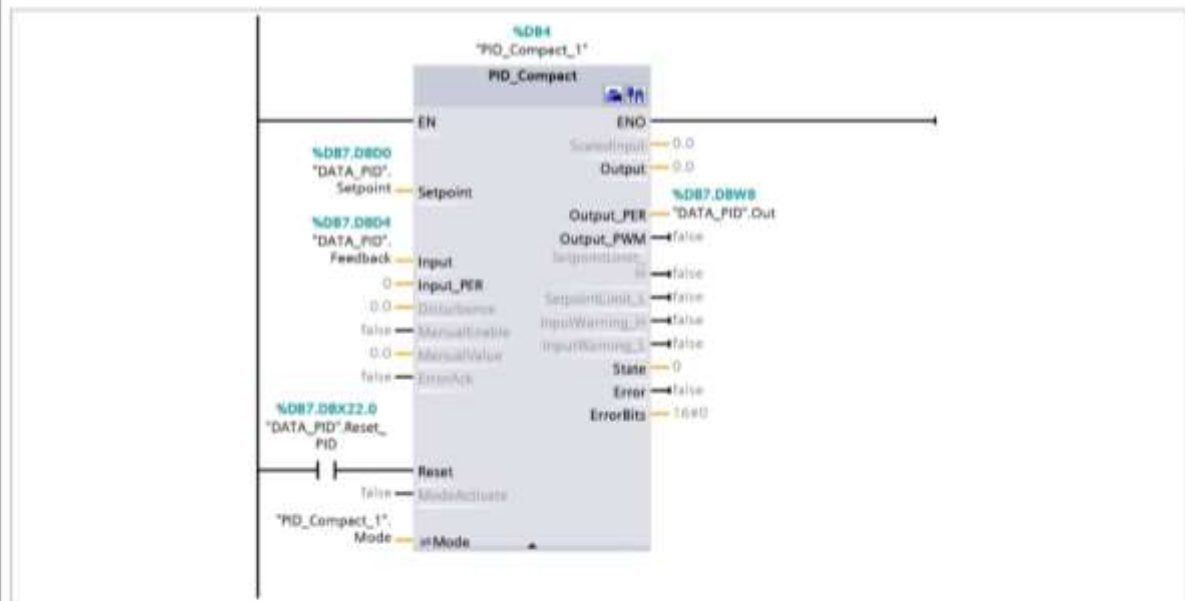
Name	Cyclic interrupt	Number	30	Type	OB
Language	LAD	Numbering	Automatic		

#### Information

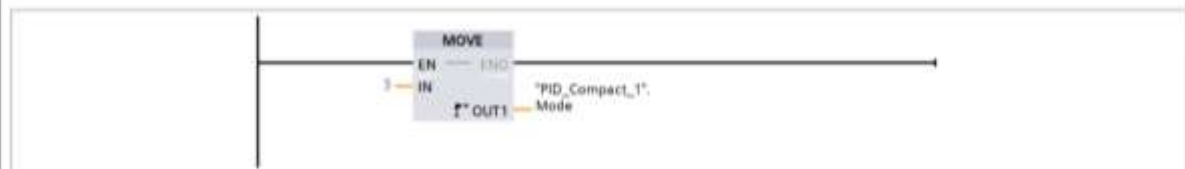
Title		Author		Comment	
Family		Version	0.1	User-defined ID	

Name	Data type	Default value	Comment
▼ Input			
Initial_Call	Bool		Initial call of this OB
Event_Count	Int		Events discarded
Temp			
Constant			

### Network 1: PID



### Network 2: PID hoạt động ở chế độ Automatic



## Lỗi và cảnh báo [FC1]

### Lỗi và cảnh báo Properties

#### General

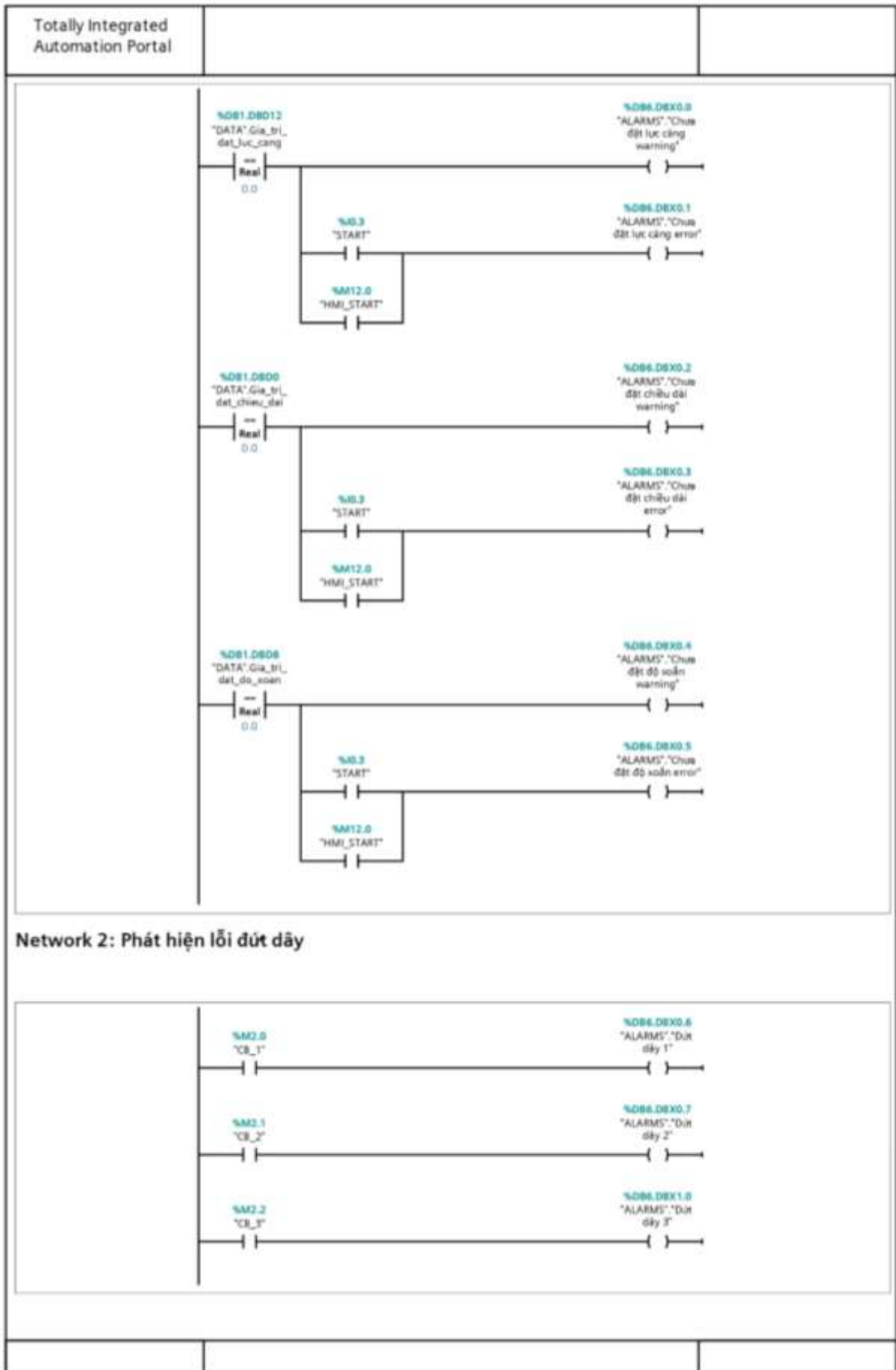
<b>Name</b>	Lỗi và cảnh báo	<b>Number</b>	1	<b>Type</b>	FC
<b>Language</b>	LAD	<b>Numbering</b>	Automatic		

#### Information

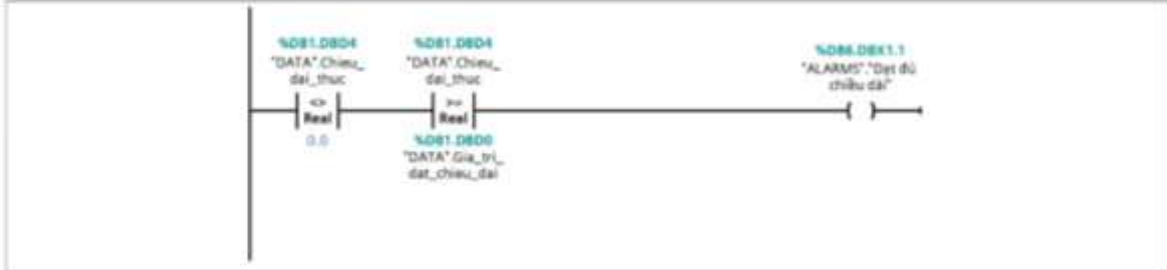
<b>Title</b>		<b>Author</b>		<b>Comment</b>	
<b>Family</b>		<b>Version</b>	0.1	<b>User-defined ID</b>	

Name	Data type	Default value	Comment
Input			
Output			
InOut			
Temp			
Constant			
▼ Return			
Lỗi và cảnh báo	Void		

### Network 1: Cảnh báo chưa nhập các thông số



**Network 3: Thông báo đủ chiều dài dây**



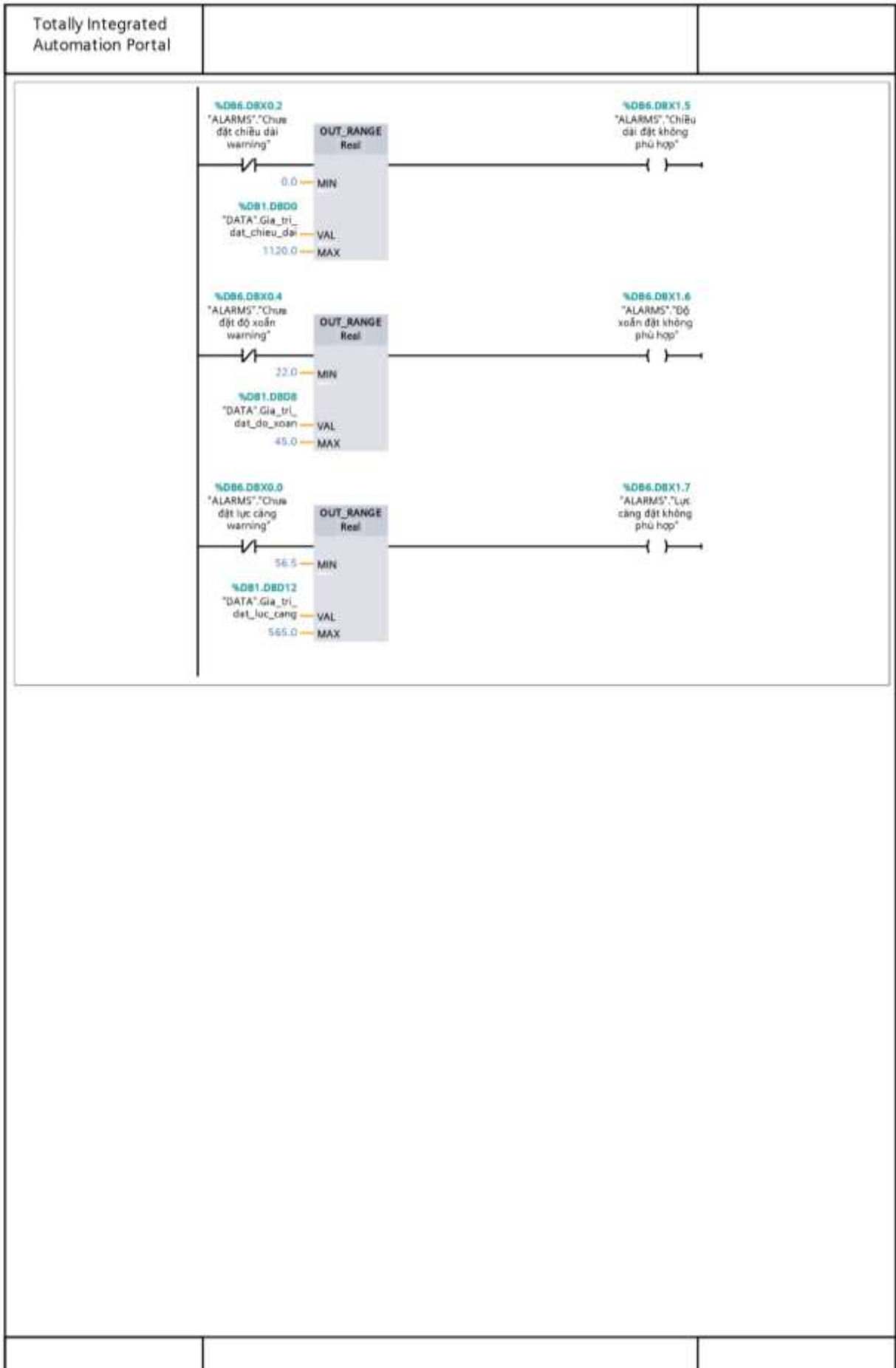
**Network 4: Thông báo dừng khẩn cấp**



**Network 5: Cảnh báo và lỗi quá giới hạn lực căng**

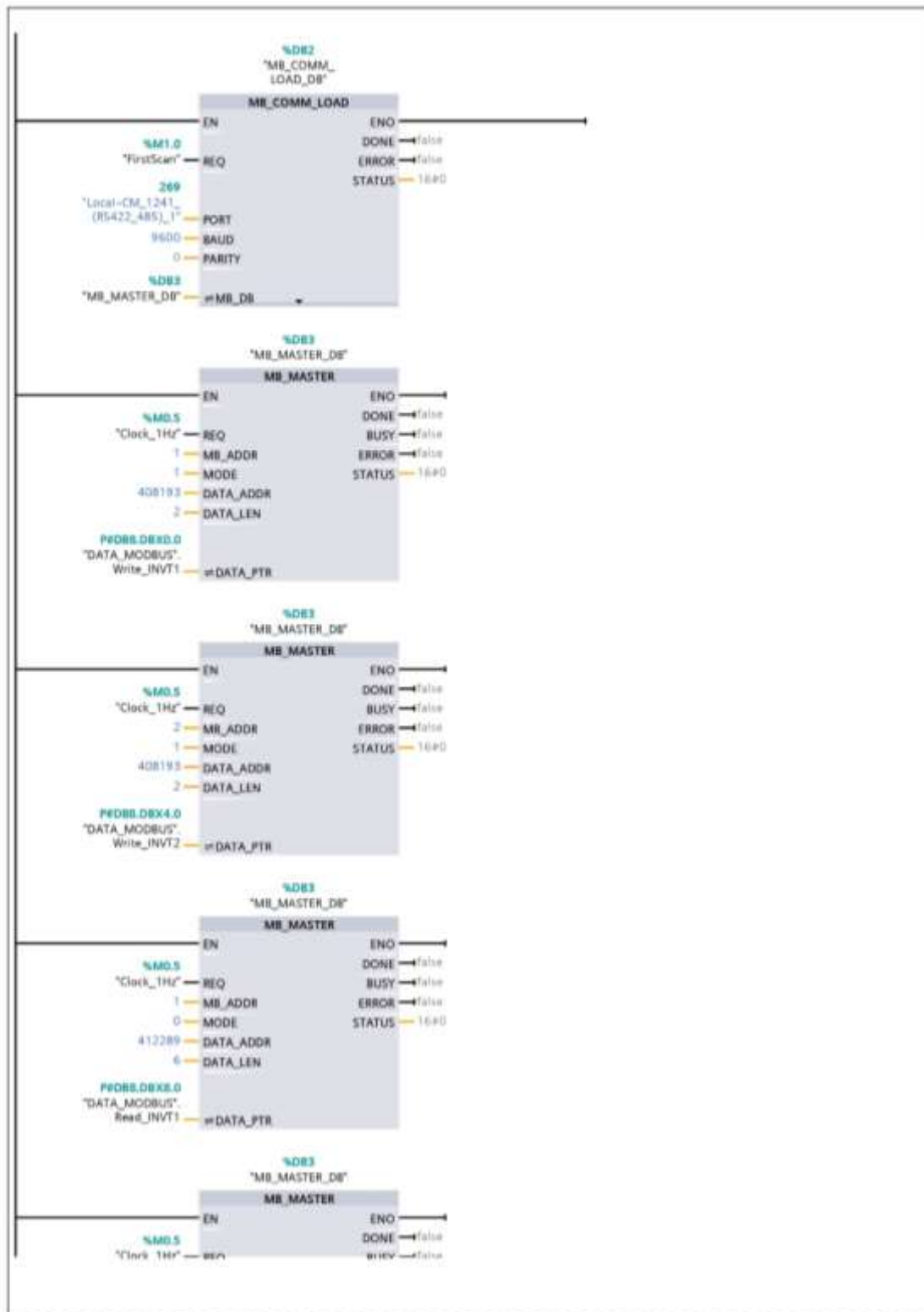


**Network 6: Cảnh báo giá trị đặt không phù hợp**



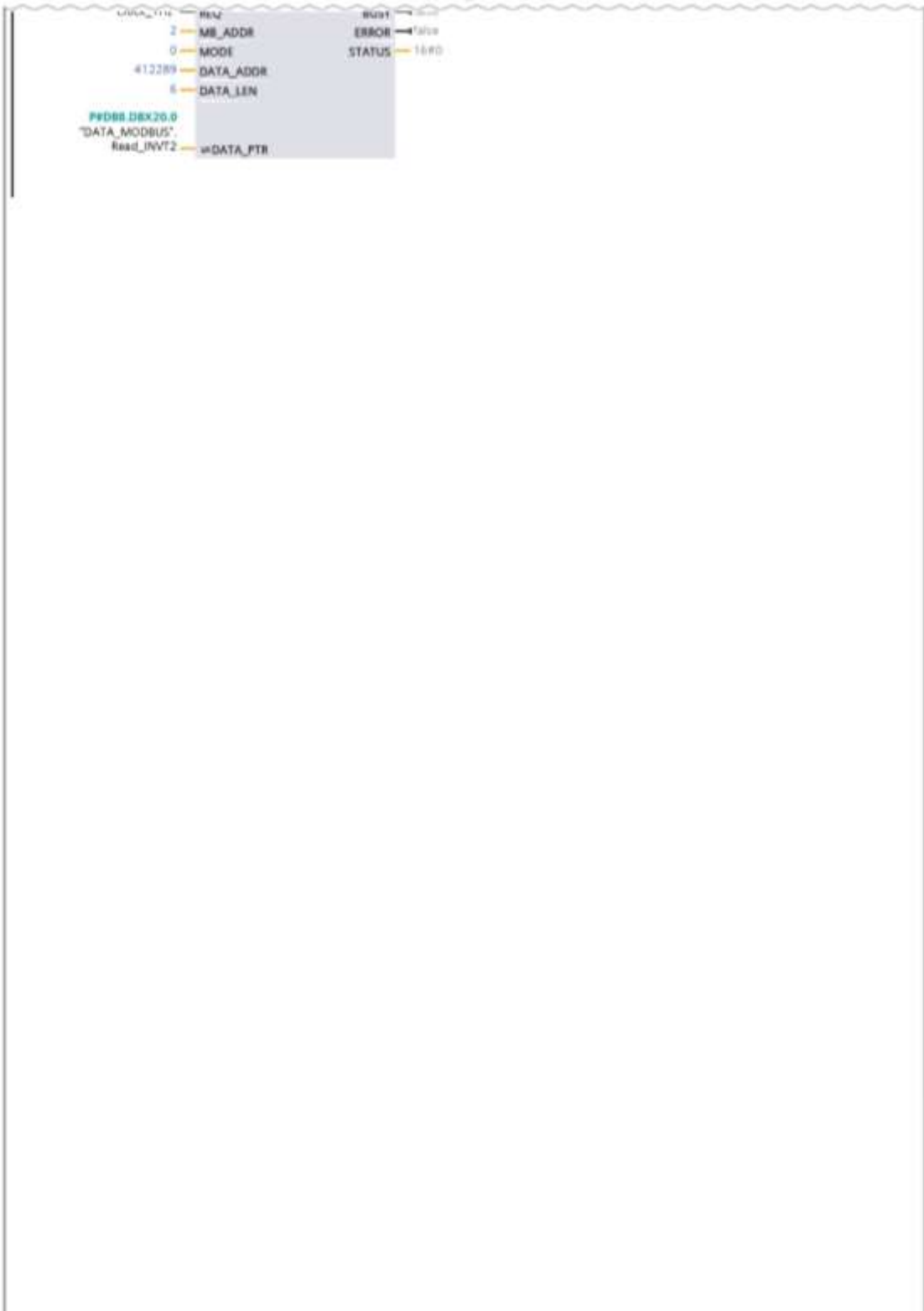
Totally Integrated Automation Portal			
<h2>Truyền thông [FC2]</h2>			
<b>Truyền thông Properties</b>			
<b>General</b>			
<b>Name</b>	Truyền thông	<b>Number</b> 2	<b>Type</b> FC
<b>Language</b>	LAD	<b>Numbering</b> Automatic	
<b>Information</b>			
<b>Title</b>		<b>Author</b>	<b>Comment</b>
<b>Family</b>		<b>Version</b> 0.1	<b>User-defined ID</b>
<b>Name</b>	<b>Data type</b>	<b>Default value</b>	<b>Comment</b>
Input			
Output			
InOut			
Temp			
Constant			
▼ Return			
Truyền thông	Void		
<b>Network 1: Truyền thông MODBUS</b>			
Cấu hình truyền thông, đọc giá trị và ghi giá trị giữa PLC và biến tần			

Network 1: Truyền thông MODBUS (1.1 / 2.1)



Network 1: Truyền thông MODBUS (2.1 / 2.1)

1.1 ( Page7 - 2)



## Nhập thông số PID [FC3]

### Nhập thông số PID Properties

#### General

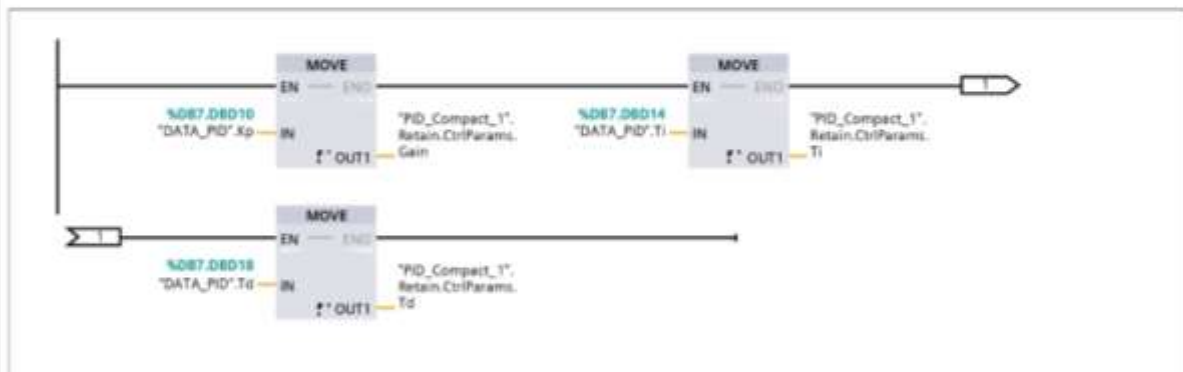
Name	Nhập thông số PID	Number	3	Type	FC
Language	LAD	Numbering	Automatic		

#### Information

Title		Author		Comment	
Family		Version	0.1	User-defined ID	

Name	Data type	Default value	Comment
Input			
Output			
InOut			
Temp			
Constant			
▼ Return			
Nhập thông số PID	Void		

### Network 1: Nhập hệ số Kp, Ki, Kd cho bộ PID



## Xử lý tín hiệu đầu ra PID [FC4]

### Xử lý tín hiệu đầu ra PID Properties

#### General

Name	Xử lý tín hiệu đầu ra PID	Number	4	Type	FC
Language	LAD	Numbering	Automatic		

#### Information

Title		Author		Comment	
Family		Version	0.1	User-defined ID	

Name	Data type	Default value	Comment
Input			
Output			
InOut			
Temp			
Constant			
▼ Return			
Xử lý tín hiệu đầu ra PID	Void		

### Network 1: Tính toán giá trị đầu ra PID thành tần số hoạt động cho biến tần 2



## Xử lý tín hiệu đầu vào PID [FC5]

### Xử lý tín hiệu đầu vào PID Properties

#### General

Name	Xử lý tín hiệu đầu vào PID	Number	5	Type	FC
Language	LAD	Numbering	Automatic		

#### Information

Title		Author		Comment	
Family		Version	0.1	User-defined ID	

Name	Data type	Default value	Comment
Input			
Output			
InOut			
Temp			
Constant			
▼ Return			
Xử lý tín hiệu đầu vào PID	Void		

### Network 1: Xử lý giá trị đặt lực căng phù hợp với bộ PID



### Network 2: Xử lý tín hiệu analog



## Tính toán tần số biến tần 1 [FC6]

### Tính toán tần số biến tần 1 Properties

#### General

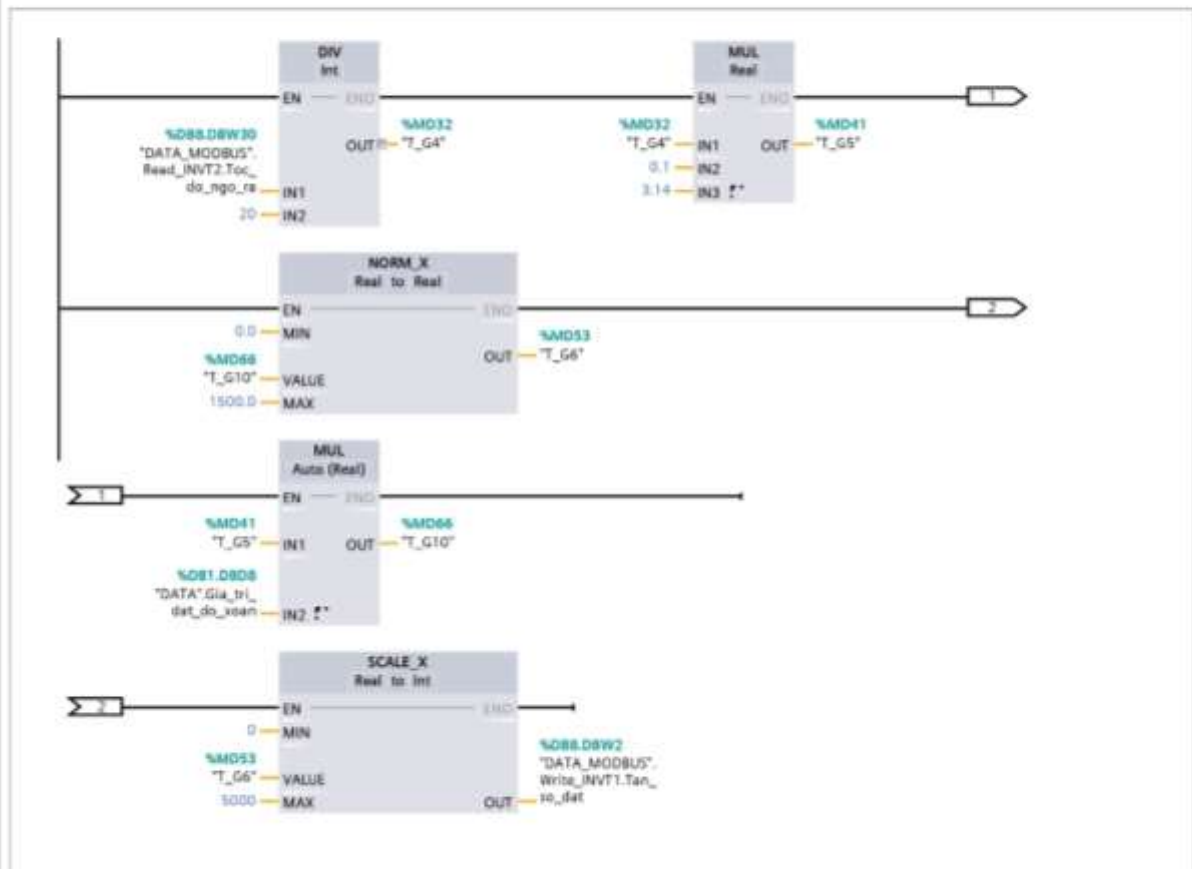
<b>Name</b>	Tính toán tần số biến tần 1	<b>Number</b>	6	<b>Type</b>	FC
<b>Language</b>	LAD	<b>Numbering</b>	Automatic		

#### Information

<b>Title</b>		<b>Author</b>		<b>Comment</b>	
<b>Family</b>		<b>Version</b>	0.1	<b>User-defined ID</b>	

Name	Data type	Default value	Comment
Input			
Output			
InOut			
Temp			
Constant			
▼ Return			
Tính toán tần số biến tần 1	Void		

**Network 1: Tính toán từ tốc độ của biến tần 2 và độ xoắn TPM mong muốn để ra giá trị tần số hoạt động của biến tần 1**



Totally Integrated Automation Portal		
--------------------------------------	--	--

## Tính toán chiều dài dây thu được [FC7]

### Tính toán chiều dài dây thu được Properties

#### General

<b>Name</b>	Tính toán chiều dài dây thu được	<b>Number</b>	7	<b>Type</b>	FC
-------------	----------------------------------	---------------	---	-------------	----

<b>Language</b>	LAD	<b>Numbering</b>	Automatic
-----------------	-----	------------------	-----------

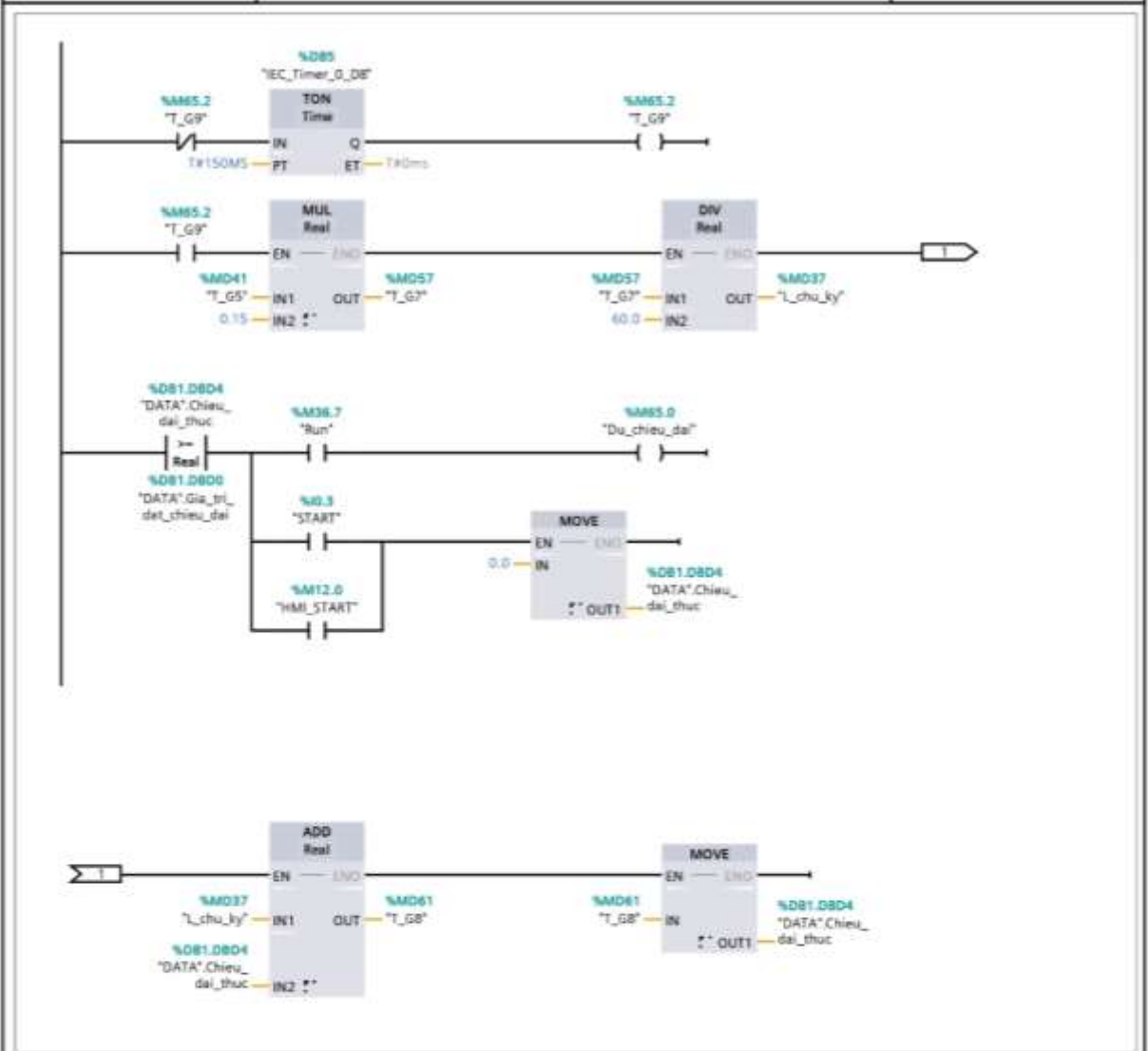
#### Information

<b>Title</b>		<b>Author</b>		<b>Comment</b>	
<b>Family</b>		<b>Version</b>	0.1	<b>User-defined ID</b>	

Name	Data type	Default value	Comment
Input			
Output			
InOut			
Temp			
Constant			
▼ Return			
Tính toán chiều dài dây thu được	Void		

### Network 1: Tính toán chiều dài dây

--	--	--



Totally Integrated Automation Portal										
<b>DATA [DB1]</b>										
<b>DATA Properties</b>										
<b>General</b>										
<b>Name</b>	DATA	<b>Number</b>	1							
<b>Language</b>	DB	<b>Numbering</b>	Automatic							
<b>Type</b>	DB									
<b>Information</b>										
<b>Title</b>		<b>Author</b>								
<b>Family</b>		<b>Version</b>	0.1							
		<b>Comment</b>								
		<b>User-defined ID</b>								
<b>Name</b>	<b>Data type</b>	<b>Offset</b>	<b>Start value</b>	<b>Retain</b>	<b>Access-ible from HMI/IO PC UA/ Web API</b>	<b>Wri-table in HMI engineering</b>	<b>Visi-ble in HMI engineering</b>	<b>Set-point</b>	<b>Su-per-vision</b>	<b>Comment</b>
▼ Static										
Gia_tri_dat_chieu_dai	Real	0.0	0.0	False	True	True	True	False		Giá trị đặt chiều dài dây
Chieu_dai_thuc	Real	4.0	0.0	False	True	True	True	False		Giá trị chiều dài dây thực
Gia_tri_dat_do_xoan	Real	8.0	0.0	False	True	True	True	False		Giá trị đặt độ xoắn
Gia_tri_dat_luc_cang	Real	12.0	0.0	False	True	True	True	False		Giá trị đặt lực căng
Luc_cang_thuc	Real	16.0	0.0	False	True	True	True	False		Giá trị lực căng thực

Totally Integrated Automation Portal										
<b>DATA_MODBUS [DB8]</b>										
<b>DATA_MODBUS Properties</b>										
<b>General</b>										
<b>Name</b>	DATA_MODBUS	<b>Number</b>	8	<b>Type</b>	DB					
<b>Language</b>	DB	<b>Numbering</b>	Automatic							
<b>Information</b>										
<b>Title</b>		<b>Author</b>		<b>Comment</b>						
<b>Family</b>		<b>Version</b>	0.1	<b>User-defined ID</b>						
<b>Name</b>	<b>Data type</b>	<b>Offset</b>	<b>Start value</b>	<b>Retain</b>	<b>Accessible from HMI/IO PC UA/Web API</b>	<b>Write-able from HMI engineering PC UA/Web API</b>	<b>Visible in HMI engineering</b>	<b>Set-point</b>	<b>Supervision</b>	<b>Comment</b>
▼ Static										
▼ Write_INVT1										
Lenh_dieu_khien	Int	0.0	0	False	True	True	True	False		Lệnh điều khiển biến tần 1
Tan_so_dat	Int	2.0	0	False	True	True	True	False		Tần số đặt cho biến tần 1
▼ Write_INVT2										
Lenh_dieu_khien	Int	4.0	0	False	True	True	True	False		Lệnh điều khiển biến tần 2
Tan_so_dat	Int	6.0	0	False	True	True	True	False		Tần số đặt cho biến tần 2
▼ Read_INVT1										
Tan_so_dang_chay	Int	8.0	0	False	True	True	True	False		Tần số đang chạy biến tần 1
Tan_so_dat	Int	10.0	0	False	True	True	True	False		Tần số đặt cho biến tần 1
Dien_ap_bus	Int	12.0	0	False	True	True	True	False		Điện áp bus biến tần 1
Di-en_ap_ngo_ra	Int	14.0	0	False	True	True	True	False		Điện áp ngõ ra biến tần 1
Dong_di-en_ngo_ra	Int	16.0	0	False	True	True	True	False		Dòng điện ngõ ra biến tần 1
Toc_do_ngo_ra	Int	18.0	0	False	True	True	True	False		Tốc độ ngõ ra biến tần 1
▼ Read_INVT2										
Tan_so_dang_chay	Int	20.0	0	False	True	True	True	False		Tần số đang chạy biến tần 2
Tan_so_dat	Int	22.0	0	False	True	True	True	False		Tần số đặt cho biến tần 2
Dien_ap_bus	Int	24.0	0	False	True	True	True	False		Điện áp bus biến tần 2

Totally Integrated Automation Portal											
Name	Data type	Offset	Start value	Retain	Access-ible from HMI/O PC UA/Web API	Wri-ta-ble in HMI fro-m engi-neer-ing I/O PC UA/Web API	Visi-ble in HMI	Set-point	Su-per-vi-sion		Comment
Di-en_ap_ngo_ra	Int	26.0	0	False	True	True	True	False			Điện áp ngõ ra biến tần 2
Dong_di-en_ngo_ra	Int	28.0	0	False	True	True	True	False			Dòng điện ngõ ra biến tần 2
Toc_do_ngo_ra	Int	30.0	0	False	True	True	True	False			Tốc độ ngõ ra biến tần 2

Totally Integrated Automation Portal										
<b>DATA_PID [DB7]</b>										
<b>DATA_PID Properties</b>										
<b>General</b>										
Name	DATA_PID	Number	7	Type	DB					
Language	DB	Numbering	Automatic							
<b>Information</b>										
Title		Author		Comment						
Family		Version	0.1	User-defined ID						
<b>Name</b>	<b>Data type</b>	<b>Offset</b>	<b>Start value</b>	<b>Retain</b>	<b>Access-ible from HMI/O PC UA/Web API</b>	<b>Wri-ta-ble in HMI from engineering PC UA/IO PC UA/Web API</b>	<b>Visi-ble in HMI</b>	<b>Set-point</b>	<b>Su-per-vi-sion</b>	<b>Comment</b>
▼ Static										
Setpoint	Real	0.0	0.0	False	True	True	True	False		Giá trị đặt lực căng
Feedback	Real	4.0	0.0	False	True	True	True	False		Giá trị lực căng phản hồi
Out	Int	8.0	0	False	True	True	True	False		Tín hiệu điều khiển
Kp	Real	10.0	3.0	False	True	True	True	False		Kp
Ti	Real	14.0	10.0	False	True	True	True	False		Ti
Td	Real	18.0	0.0	False	True	True	True	False		Td
Reset_PID	Bool	22.0	false	False	True	True	True	False		Reset thông số PID

Totally Integrated Automation Portal										
<b>ALARMS [DB6]</b>										
<b>ALARMS Properties</b>										
<b>General</b>										
<b>Name</b>	ALARMS	<b>Number</b>	6	<b>Type</b>	DB					
<b>Language</b>	DB	<b>Numbering</b>	Automatic							
<b>Information</b>										
<b>Title</b>		<b>Author</b>		<b>Comment</b>						
<b>Family</b>		<b>Version</b>	0.1	<b>User-defined ID</b>						
<b>Name</b>	<b>Data type</b>	<b>Offset</b>	<b>Start value</b>	<b>Retain</b>	<b>Access-ible from HMI/IO PC UA/Web API</b>	<b>Wri-ta-ble from HMI engineering PC UA/Web API</b>	<b>Visi-ble in HMI engineering</b>	<b>Set-point</b>	<b>Su-per-vision</b>	<b>Comment</b>
▼ Static										
Chưa đặt lực căng warning	Bool	0.0	false	False	True	True	True	False		
Chưa đặt lực căng error	Bool	0.1	false	False	True	True	True	False		
Chưa đặt chiều dài warning	Bool	0.2	false	False	True	True	True	False		
Chưa đặt chiều dài error	Bool	0.3	false	False	True	True	True	False		
Chưa đặt độ xoắn warning	Bool	0.4	false	False	True	True	True	False		
Chưa đặt độ xoắn error	Bool	0.5	false	False	True	True	True	False		
Đứt dây 1	Bool	0.6	false	False	True	True	True	False		
Đứt dây 2	Bool	0.7	false	False	True	True	True	False		
Đứt dây 3	Bool	1.0	false	False	True	True	True	False		
Đạt đủ chiều dài	Bool	1.1	false	False	True	True	True	False		
Hệ thống E-Stop	Bool	1.2	false	False	True	True	True	False		
Quá giới hạn lực căng warning	Bool	1.3	false	False	True	True	True	False		
Quá giới hạn lực căng error	Bool	1.4	false	False	True	True	True	False		
Chiều dài đặt không phù hợp	Bool	1.5	false	False	True	True	True	False		
Độ xoắn đặt không phù hợp	Bool	1.6	false	False	True	True	True	False		
Lực căng đặt không phù hợp	Bool	1.7	false	False	True	True	True	False		

**INPUT [12]**

**PLC tags**

PLC tags										
Name	Data type	Address	Retain	Access-ible from HMI/O PC UA/W eb API	Writa-ble from HMI/O PC UA/W eb API	Visi-ble in HMI engi-neer-ing	Supervision			Comment
START	Bool	%I0.3	False	True	True	True				Nút nhấn START trên tủ
STOP	Bool	%I0.4	False	True	True	True				Nút nhấn STOP trên tủ
E-STOP	Bool	%I0.5	False	True	True	True				Nút nhấn E-STOP trên tủ
RESET	Bool	%I0.6	False	True	True	True				Nút nhấn RESET trên tủ
HMI_START	Bool	%M12.0	False	True	True	True				Nút nhấn START trên HMI
HMI_STOP	Bool	%M12.1	False	True	True	True				Nút nhấn STOP trên HMI
HMI_E-STOP	Bool	%M12.2	False	True	True	True				Nút nhấn E-STOP trên HMI
HMI_RESET	Bool	%M12.3	False	True	True	True				Nút nhấn RESET trên HMI
Bo Phat Analog	Int	%IW66	False	True	True	True				Bộ phát Analog
CB_1	Bool	%M2.0	False	True	True	True				Cảm biến đứt sợi 1
CB_2	Bool	%M2.1	False	True	True	True				Cảm biến đứt sợi 2
CB_3	Bool	%M2.2	False	True	True	True				Cảm biến đứt sợi 3

## OUTPUT [2]

### PLC tags

#### PLC tags

Name	Data type	Address	Retain	Access-ible from HMI/O PC UA/W eb API	Writa-ble from HMI/O PC UA/W eb API	Visi-ble in HMI engineering	Supervision	Comment
<input type="checkbox"/> Tanso_hienthi_1	Real	%MD3	False	True	True	True		Hiển thị tần số biến tần 1 trên HMI
<input checked="" type="checkbox"/> Tanso_hienthi_2	Real	%MD7	False	True	True	True		Hiển thị tần số biến tần 2 trên HMI

Totally Integrated Automation Portal																																																																																																																																																																														
<p><b>TRUNG_GIAN [18]</b></p> <p><b>PLC tags</b></p> <p>PLC tags</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Name</th> <th>Data type</th> <th>Address</th> <th>Retain</th> <th>Access-ible from HMI/O PC UAW eb API</th> <th>Writ-able from HMI/O PC UAW eb API</th> <th>Visi-ble in HMI engineering</th> <th>Supervision</th> <th>Comment</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T_G1</td> <td>Real</td> <td>%MD20</td> <td>False</td> <td>True</td> <td>True</td> <td>True</td> <td></td> <td>Trung gian</td> </tr> <tr> <td>T_G2</td> <td>Real</td> <td>%MD24</td> <td>False</td> <td>True</td> <td>True</td> <td>True</td> <td></td> <td>Trung gian</td> </tr> <tr> <td>T_G3</td> <td>Real</td> <td>%MD28</td> <td>False</td> <td>True</td> <td>True</td> <td>True</td> <td></td> <td>Trung gian</td> </tr> <tr> <td>T_G4</td> <td>Real</td> <td>%MD32</td> <td>False</td> <td>True</td> <td>True</td> <td>True</td> <td></td> <td>Trung gian</td> </tr> <tr> <td>T_G5</td> <td>Real</td> <td>%MD41</td> <td>False</td> <td>True</td> <td>True</td> <td>True</td> <td></td> <td>Trung gian</td> </tr> <tr> <td>T_G6</td> <td>Real</td> <td>%MD53</td> <td>False</td> <td>True</td> <td>True</td> <td>True</td> <td></td> <td>Trung gian</td> </tr> <tr> <td>T_G7</td> <td>Real</td> <td>%MD57</td> <td>False</td> <td>True</td> <td>True</td> <td>True</td> <td></td> <td>Trung gian</td> </tr> <tr> <td>T_G8</td> <td>Real</td> <td>%MD61</td> <td>False</td> <td>True</td> <td>True</td> <td>True</td> <td></td> <td>Trung gian</td> </tr> <tr> <td>T_G9</td> <td>Bool</td> <td>%M65.2</td> <td>False</td> <td>True</td> <td>True</td> <td>True</td> <td></td> <td>Trung gian</td> </tr> <tr> <td>Fault</td> <td>Bool</td> <td>%M36.0</td> <td>False</td> <td>True</td> <td>True</td> <td>True</td> <td></td> <td>Tín hiệu lỗi</td> </tr> <tr> <td>F_ESTOP</td> <td>Bool</td> <td>%M36.6</td> <td>False</td> <td>True</td> <td>True</td> <td>True</td> <td></td> <td>Tín hiệu E-STOP</td> </tr> <tr> <td>Run</td> <td>Bool</td> <td>%M36.7</td> <td>False</td> <td>True</td> <td>True</td> <td>True</td> <td></td> <td>Trạng thái hoạt động</td> </tr> <tr> <td>L_chu_ky</td> <td>Real</td> <td>%MD37</td> <td>False</td> <td>True</td> <td>True</td> <td>True</td> <td></td> <td>Chiều dài dây trong 1 chu kỳ</td> </tr> <tr> <td>Du_chieu_dai</td> <td>Bool</td> <td>%M65.0</td> <td>False</td> <td>True</td> <td>True</td> <td>True</td> <td></td> <td>Tín hiệu đủ chiều dài</td> </tr> <tr> <td>Do_xoan</td> <td>Bool</td> <td>%M36.1</td> <td>False</td> <td>True</td> <td>True</td> <td>True</td> <td></td> <td>Tín hiệu đã đạt độ xoắn</td> </tr> <tr> <td>Luc_cang</td> <td>Bool</td> <td>%M36.5</td> <td>False</td> <td>True</td> <td>True</td> <td>True</td> <td></td> <td>Tín hiệu đã đạt lực căng</td> </tr> <tr> <td>Chieu_dai</td> <td>Bool</td> <td>%M65.1</td> <td>False</td> <td>True</td> <td>True</td> <td>True</td> <td></td> <td>Tín hiệu đã đạt chiều dài</td> </tr> <tr> <td>T_G10</td> <td>Real</td> <td>%MD66</td> <td>False</td> <td>True</td> <td>True</td> <td>True</td> <td></td> <td>Trung gian</td> </tr> </tbody> </table>				Name	Data type	Address	Retain	Access-ible from HMI/O PC UAW eb API	Writ-able from HMI/O PC UAW eb API	Visi-ble in HMI engineering	Supervision	Comment	T_G1	Real	%MD20	False	True	True	True		Trung gian	T_G2	Real	%MD24	False	True	True	True		Trung gian	T_G3	Real	%MD28	False	True	True	True		Trung gian	T_G4	Real	%MD32	False	True	True	True		Trung gian	T_G5	Real	%MD41	False	True	True	True		Trung gian	T_G6	Real	%MD53	False	True	True	True		Trung gian	T_G7	Real	%MD57	False	True	True	True		Trung gian	T_G8	Real	%MD61	False	True	True	True		Trung gian	T_G9	Bool	%M65.2	False	True	True	True		Trung gian	Fault	Bool	%M36.0	False	True	True	True		Tín hiệu lỗi	F_ESTOP	Bool	%M36.6	False	True	True	True		Tín hiệu E-STOP	Run	Bool	%M36.7	False	True	True	True		Trạng thái hoạt động	L_chu_ky	Real	%MD37	False	True	True	True		Chiều dài dây trong 1 chu kỳ	Du_chieu_dai	Bool	%M65.0	False	True	True	True		Tín hiệu đủ chiều dài	Do_xoan	Bool	%M36.1	False	True	True	True		Tín hiệu đã đạt độ xoắn	Luc_cang	Bool	%M36.5	False	True	True	True		Tín hiệu đã đạt lực căng	Chieu_dai	Bool	%M65.1	False	True	True	True		Tín hiệu đã đạt chiều dài	T_G10	Real	%MD66	False	True	True	True		Trung gian
Name	Data type	Address	Retain	Access-ible from HMI/O PC UAW eb API	Writ-able from HMI/O PC UAW eb API	Visi-ble in HMI engineering	Supervision	Comment																																																																																																																																																																						
T_G1	Real	%MD20	False	True	True	True		Trung gian																																																																																																																																																																						
T_G2	Real	%MD24	False	True	True	True		Trung gian																																																																																																																																																																						
T_G3	Real	%MD28	False	True	True	True		Trung gian																																																																																																																																																																						
T_G4	Real	%MD32	False	True	True	True		Trung gian																																																																																																																																																																						
T_G5	Real	%MD41	False	True	True	True		Trung gian																																																																																																																																																																						
T_G6	Real	%MD53	False	True	True	True		Trung gian																																																																																																																																																																						
T_G7	Real	%MD57	False	True	True	True		Trung gian																																																																																																																																																																						
T_G8	Real	%MD61	False	True	True	True		Trung gian																																																																																																																																																																						
T_G9	Bool	%M65.2	False	True	True	True		Trung gian																																																																																																																																																																						
Fault	Bool	%M36.0	False	True	True	True		Tín hiệu lỗi																																																																																																																																																																						
F_ESTOP	Bool	%M36.6	False	True	True	True		Tín hiệu E-STOP																																																																																																																																																																						
Run	Bool	%M36.7	False	True	True	True		Trạng thái hoạt động																																																																																																																																																																						
L_chu_ky	Real	%MD37	False	True	True	True		Chiều dài dây trong 1 chu kỳ																																																																																																																																																																						
Du_chieu_dai	Bool	%M65.0	False	True	True	True		Tín hiệu đủ chiều dài																																																																																																																																																																						
Do_xoan	Bool	%M36.1	False	True	True	True		Tín hiệu đã đạt độ xoắn																																																																																																																																																																						
Luc_cang	Bool	%M36.5	False	True	True	True		Tín hiệu đã đạt lực căng																																																																																																																																																																						
Chieu_dai	Bool	%M65.1	False	True	True	True		Tín hiệu đã đạt chiều dài																																																																																																																																																																						
T_G10	Real	%MD66	False	True	True	True		Trung gian																																																																																																																																																																						