

TẠO MÔ HÌNH THỰC HÀNH DÙNG MẠNG TRUYỀN THÔNG PROFINET CHO MỤC ĐÍCH GIÁO DỤC

CREATE A PRACTICE FOR USING PROFINET COMMUNICATIONS NETWORK FOR EDUCATIONAL PURPOSES

Võ Thu Hà^{1*}, Đặng Thị Tuyết Minh¹,
Vũ Huy Hiện²

TÓM TẮT

Bài báo trình bày nghiên cứu xây dựng, thiết kế, lập trình và chế tạo mô hình thí nghiệm dùng mạng truyền thông profinet PLC. Đó là sự thiết lập truyền thông PLC S7-1200 (PLC1) - PLC S7-1200 (PLC2) - Biến tần G120C được điều khiển giám sát qua màn hình HMI. Tín hiệu tốc độ đặt và tốc độ thực của động cơ được hiển thị trên màn hình HMI, PLC1 truyền giá trị tốc độ đặt yêu cầu còn PLC2 điều khiển biến tần G120C truyền động cho động cơ làm việc theo tốc độ đặt. Các kết quả được khảo sát đánh giá bằng chạy thực nghiệm mô hình, quan sát trực tiếp trên phần mềm TIA PORTAL cho thấy hệ thống hoạt động tốt với dữ liệu giữa các PLC được truyền nhanh chóng và chính xác.

Từ khóa: Mạng truyền thông profinet, PLC S7-1200, HMI, Biến tần G120C PN.

ABSTRACT

This article presents the creation of industrial networks between multiple PLCs and also their mutual communication via PROFINET. Currently, industrial networks with PROFINET communication are used in industrial practice very often and therefore it is necessary to teach students in Control and Automation how to building, designing, and programming experimental models using profinet communication network. In this paper, the profinet communication network is built from PLC S7-1200 (PLC1) - PLC S7-1200 (PLC2) - inverter G120C - Asynchronous motor, controlled and monitored via HMI screen.

Keywords: Profinet communication network, PLC S7-1200, Human Machine Interface, inverter G120C PN.

¹Khoa Điện, Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp

²Lớp TĐH 11A3, Khoa Điện, Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp

Number: 0913.024.989; 0387154510

*Email: vtha@uneti.edu.vn

Ngày nhận bài: 01/7/2020

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 02/8/2020

Ngày chấp nhận đăng: 18/8/2020

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện tại, việc quản lý các quy trình công nghiệp, dây chuyền sản xuất và máy móc sử dụng rộng rãi các bộ điều khiển logic lập trình (PLC). Nhờ có chúng, quá trình có thể được chia thành các phần nhỏ hơn để tạo ra một hệ thống điều khiển phân tán. Một PLC không thể tạo và quản lý toàn bộ hệ thống. Thiết bị điều khiển trên mức cao hơn là cần thiết, nhưng đặc biệt quan trọng là giao tiếp giữa các

PLC và hệ thống điều khiển cấp cao hơn thông qua mạng truyền thông công nghiệp. Các mạng công nghiệp ngày nay thường được hình thành bởi các kết nối cáp xoắn đôi. Vì kênh truyền thông này được thực hiện là một giao tiếp công nghiệp sử dụng các giao thức khác nhau. Giao thức cụ thể thường được đưa ra bởi nhà sản xuất của một thiết bị được sử dụng trong mạng công nghiệp [1]. Hiện nay cũng có một số công trình nghiên cứu thử nghiệm dùng mạng truyền thông được ứng dụng trong công nghiệp [2, 3] đã tiến hành thực thi mô phỏng kiểm chứng lý thuyết trên mô hình mạng PLC S7-1200, bước đầu hệ thống hoạt động tốt với dữ liệu giữa các PLC được truyền nhanh chóng và chính xác, chưa có điều kiện thử nghiệm truyền thông trong các môi trường công nghiệp để kiểm tra tính chống nhiễu của hệ thống. Ngoài ra cũng có một số công trình nghiên cứu thử nghiệm dùng mạng truyền thông được ứng dụng trong giáo dục [3] mô hình này dùng mạng công nghiệp trên PROFINET cơ sở sử dụng công nghệ mới nhất của SIEMENS là được xây dựng cho mục tiêu giáo dục. Các thành phần chính của mạng đó mới dừng lại là PLC Simatic S7-1200, HMI bảng điều khiển SIEMENS KTP700 PN cơ bản, chuyển đổi SIEMENS SCALANCE XB005 và các sản phẩm phần mềm TIA Portal phiên bản V13 SP1 cơ bản và Proneta, chưa có đối tượng điều khiển cụ thể.

Nội dung chính của bài báo là xây dựng được quy trình xây dựng, thiết kế, lập trình, điều khiển và giám sát với mô hình thực hành dùng mạng truyền thông Profinet được sử dụng trong quá trình học tập cho sinh viên ngành kỹ thuật. Mô hình thực hành này là mô tả một minh họa về việc tạo ra mạng truyền công nghiệp, bao gồm hai PLC, hai HMI, hai biến tần và hai động cơ không đồng bộ. Kết nối được thực hiện thông qua các cáp xoắn [1-5]. Từ đó giúp sinh viên ngành Công nghệ kỹ thuật Điều khiển và Tự động hóa trong quá trình nghiên cứu không chỉ nhận được kiến thức lý thuyết mà còn có thể giải quyết các vấn đề thực tế.

2. DỰNG CẤU HÌNH MÔ HÌNH THỰC HÀNH DÙNG MẠNG TRUYỀN THÔNG PROFINET CHO GIÁO DỤC

Các thiết bị và phần mềm, được sử dụng để tạo ra mạng công nghiệp được trình bày là từ hãng SIEMENS. Các thiết bị được sử dụng cụ thể là hai PLC S7-1200, hai biến tần G120C PN, hai bảng HMI, hai động cơ không đồng bộ 3 pha

công suất 0,75kW, hai module mở rộng CSM 1277, hai bộ chuyển nguồn PM1207 và phần mềm TIA Portal.

2.1. PLC

Một mạng công nghiệp đơn giản đã được tạo ra sử dụng hai PLC SIEMENS Simatic S7-1200 với CPU 1214C AC/DC/Rly nhỏ gọn (hình 1). Giá đỡ cơ bản chứa mười bốn đầu vào kỹ thuật số 24VDC, mười đầu ra kỹ thuật số được thực hiện như role 2A, hai đầu vào tương tự có phạm vi 0 - 10VDC. Nó có một nguồn cung cấp điện tích hợp cho 85 - 264VAC có tần số 47 - 63Hz. Kích thước bộ nhớ cho chương trình và dữ liệu là 100kB. PLC này có một card mạng với đầu nối RJ-45 cho PROFINET giao tiếp PLC thông qua cổng này [4].



Hình 1. Simatic S7-1200 với CPU 1214C AC/DC/Rly

2.2. HMI

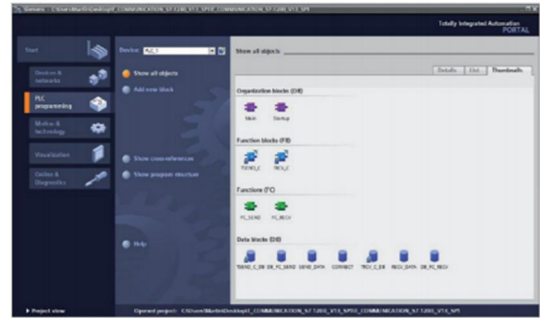
HMI là bảng điều khiển cho các tương tác giữa người và máy. Trong trường hợp này, bảng điều khiển HMI SIEMENS KTP400 Basic (hình 2). Nó là màn hình rộng 7 inch cảm ứng với màn hình màu và tám phím chức năng. Đó là bảng HMI cơ bản cho các nhiệm vụ dễ dàng và trung bình, được thiết kế để kết nối với PLC SIEMENS từ sê-ri S7-1200. Bảng điều khiển bao gồm cổng USB và RJ-45 [4].



Hình 2. HMI KTP400 Basic

2.3. Phần mềm TIA Portal

TIA Portal V13 SP1 là phần mềm được sử dụng cho cấu hình mạng (hình 3). Nó là một phần mềm kỹ thuật nhỏ gọn giúp giảm thiểu thời gian của cấu hình. Phần mềm TIA Portal được tích hợp đầu tiên vào lập trình PLC S7-1200 với điều khiển giám sát qua HMI. Phần mềm TIA Portal còn được tích hợp điều khiển giám sát qua WinCC để lập trình các bảng HMI. lập trình PLC S7 hỗ trợ lập trình IEC các ngôn ngữ như LAD, FBD và SCL [4].



Hình 3. Phần mềm TIA Portal

2.4. Module mở rộng CSM 1277 và bộ chuyển nguồn PM1207

Module truyền thông Ethernet cho S7-1200 CSM 1277 là một sản phẩm SIEMENS kết nối với 3 điểm mạng Ethernet công nghiệp với tốc độ 10/100 Mbit/s, 4 cổng RJ45, nguồn cấp 24VDC. Bộ nguồn SIMATIC S7-1200 PM1207 6EP1332-1SH71 (24VDC/2.5A), hình 4.



Hình 4. Module CSM 1277 và bộ chuyển nguồn PM1207

2.5. Biến tần G120C PN

Dải công suất: 0,55 - 132kW. Chế độ điều khiển: V/F, Vector control without encoder. Truyền thông: Modbus, Uss, Profibus, Profinet, Ethernet. Tích hợp bộ xả bên trong ở tất cả các công suất. Tiêu chuẩn bảo vệ: IP20. Ngõ kết nối: 6 ngõ vào số, 2 ngõ ra, 1 ngõ và 1 ngõ ra analog. Tích hợp chế độ điều khiển PID (hình 5).



Hình 5. Biến tần G120C PN

2.6. Động cơ không đồng bộ

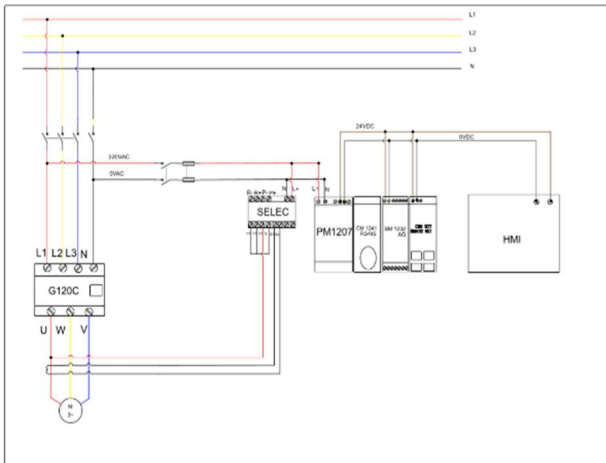
Trong mô hình thực hành dùng động cơ không đồng bộ 3 pha công suất 0,75kW, dòng điện 2,2A, tốc độ 1380rpm, điện áp 380V, tần số 50Hz (hình 6) [3].



Hình 6. Động cơ không đồng bộ 3 pha công suất 0,75kW

3. SƠ ĐỒ BỐ TRÍ THIẾT BỊ TRÊN MÔ HÌNH THỰC HÀNH

Đó là sự thiết lập truyền thông PLC S7-1200 (PLC1) - PLC S7-1200 (PLC2) - Biến tần G120C - Động cơ không đồng bộ 3 pha công suất 0,75kW, được điều khiển giám sát qua màn hình HMI. Tín hiệu tốc độ đặt và tốc độ thực của động cơ được hiển thị trên màn hình HMI, PLC1 truyền giá trị tốc độ đặt yêu cầu còn PLC2 điều khiển biến tần G120C truyền động cho động cơ làm việc theo tốc độ đặt (hình 7).



Hình 7. Sơ đồ bố trí thiết bị trên mô hình thực hành

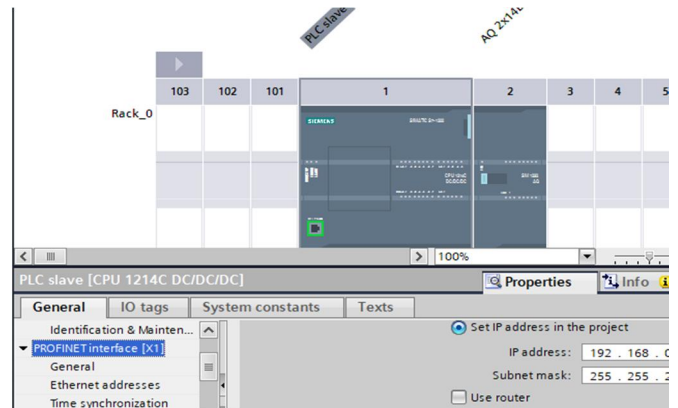
4. CẤU HÌNH MẠNG

Phần mềm **TIA Portal** đã được sử dụng cho PROFINET cấu hình mạng. Sau khi kết nối PC vào mạng PROFINET và khởi động phần mềm, Proneta tự động tìm các thiết bị có sẵn trong mạng lưới. Các thiết bị này, chúng tôi có thể chỉ định yêu cầu địa chỉ IP và mặt nạ mạng con, cụ thể:

- PLC1 S7-1200 (CPU1214 DC/DC/DC).
- IP: 192.168.0.7
- PLC2 S7-1200 (CPU1214 DC/DC/DC)
- IP: 192.168.0.1

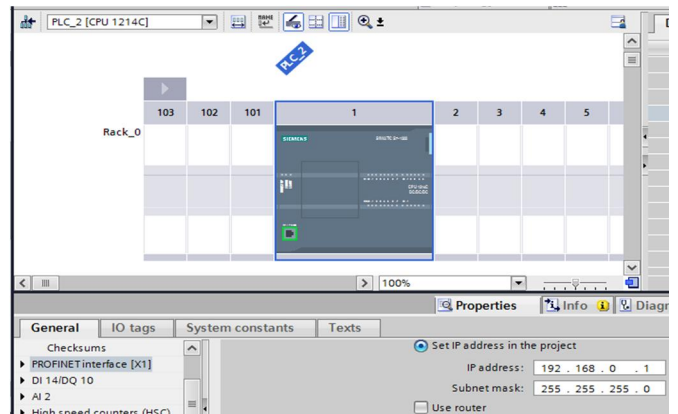
- HMI KTP400 Basic
- IP: 192.168.0.3
- Biến tần G120C PN
- IP: 192.168.0.4

Cấu hình PLC1, được biểu diễn trên hình 8 - PLC1 S7-1200 (CPU1214 DC/DC/DC), IP: 192.168.0.7.



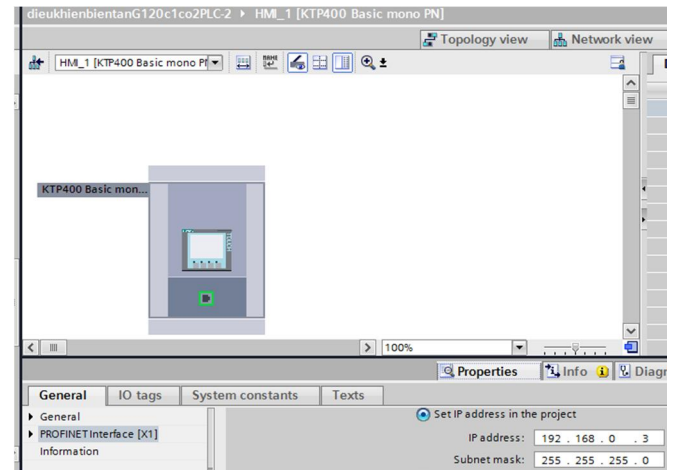
Hình 8. Cấu hình PLC 1

Cấu hình PLC2, được biểu diễn trên hình 9 - PLC2 S7-12 (CPU1214 DC/DC/DC), IP: 192.168.0.1.



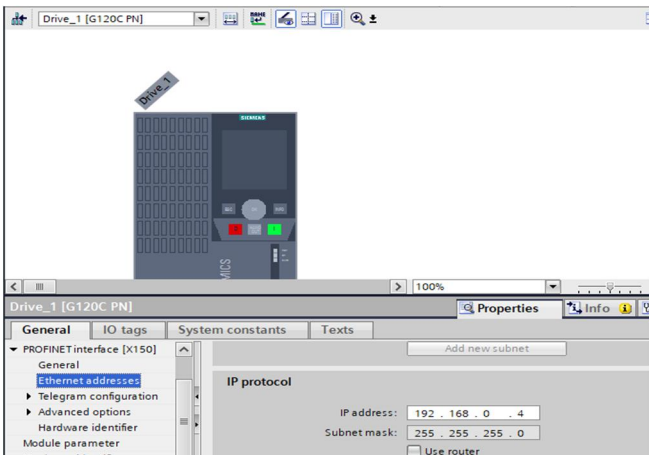
Hình 9. Cấu hình PLC 2

Cấu hình HMI, được biểu diễn trên hình 10 - HMI KTP400 Basic, IP: 192.168.0.3.



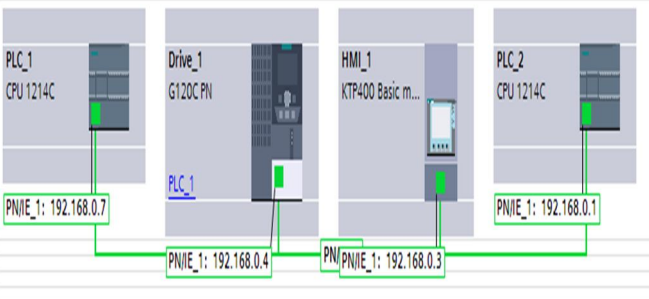
Hình 10. Cấu hình HMI

Cấu hình biến tần được biểu diễn trên hình 11, biến tần G120C PN, IP: 192.168.0.4



Hình 11. Cấu hình Biến tần G120C PN

Khai báo kết nối thiết bị trên phần mềm Tia Portal, được biểu diễn trên hình 12.

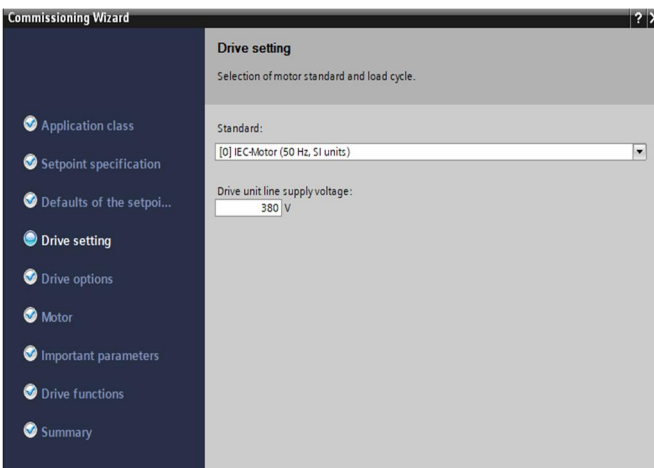


Hình 12. Khai báo kết nối thiết bị trên Tia Portal

5. CÀI ĐẶT CÁC THÔNG SỐ ĐỘNG CƠ TRÊN BIẾN TẦN

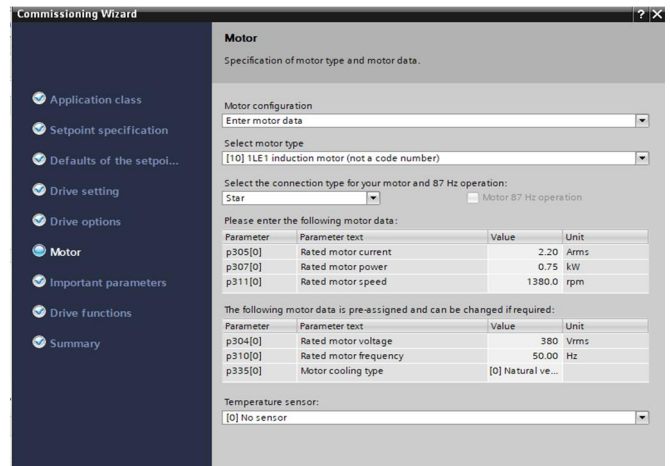
Cài đặt thông số động cơ cho biến tần Commissioning → Commissioning Wizard.

- Drive setting lựa chọn tiêu chuẩn IEC và điện áp 380V, hình 13.



Hình 13. Drive setting lựa chọn tiêu chuẩn IEC và điện áp 380V

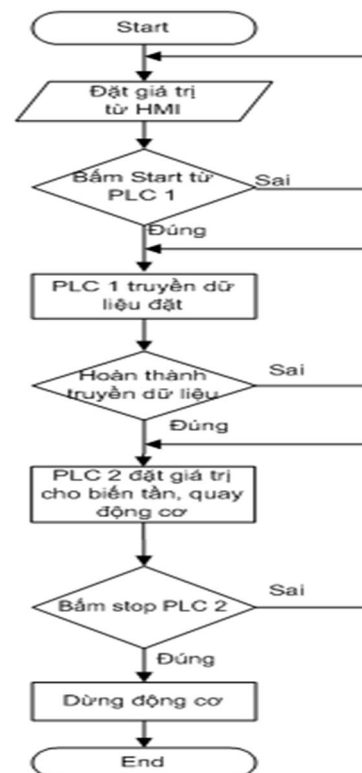
- Đặt giá trị dòng điện, công suất, tốc độ quay động cơ, hình 14.



Hình 14. Đặt giá trị dòng điện, công suất, tốc độ động cơ

6. CHƯƠNG TRÌNH ĐIỀU KHIỂN

Thuật toán điều khiển chương trình được mô tả như hình 15. Thời điểm bắt đầu PLC1 nhận giá trị đặt từ HMI, kiểm tra điều kiện truyền tín hiệu đảm bảo thì thực hiện truyền dữ liệu tốc độ đặt yêu cầu cho PLC2. Hoàn thành quá trình nhận dữ liệu từ PLC1, PLC2 thực hiện lệnh truyền thông đặt dữ liệu cho biến tần điều khiển động cơ làm việc. Trước khi truyền thông, PLC1, PLC2 sẽ kiểm tra các kết quả về trạng thái đường truyền. Nếu đường truyền trống, lệnh truyền thông thỏa mãn thì PLC1 sẽ truyền dữ liệu đến đối tượng tương ứng - PLC2, PLC2 gửi dữ liệu tới biến tần. Tại mỗi thời điểm PLC thực hiện vai trò truyền/ nhận tín hiệu nên ta cần sử dụng các khoảng thời gian khác nhau để thực hiện các lệnh truyền thông khác nhau [4].



Hình 15. Sơ đồ thuật toán điều khiển

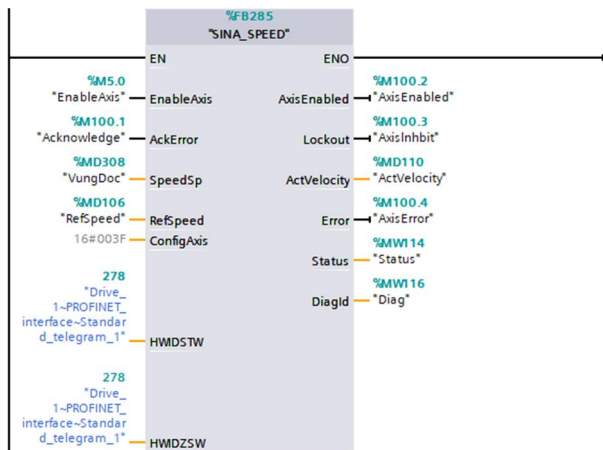
a) Với PLC1

Bước 1: Khai báo biến

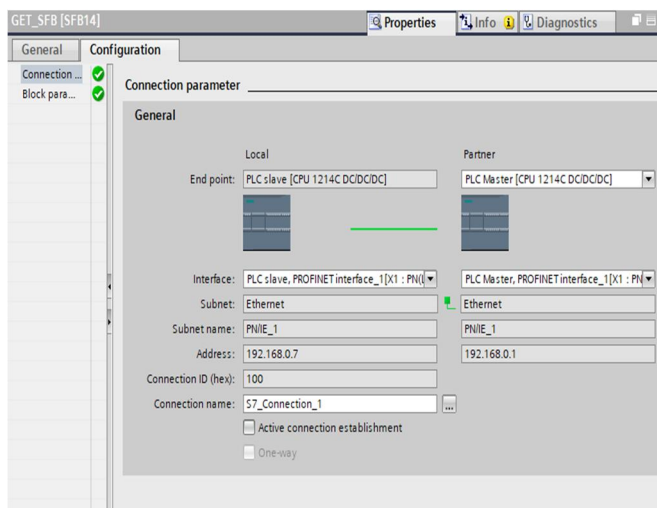
Name	Data type	Address	Retain	Access	Write	Visible	Comment
Start	Bool	%M100.0					
SetPoint	Real	%MD102					
ActVelocity	Real	%MD110					
RefSpeed	Real	%MD106					
Acknowledge	Bool	%M100.1					
AxisEnabled	Bool	%M100.2					
AxisInhibit	Bool	%M100.3					
AxisError	Bool	%M100.4					
Status	Word	%MW114					
Diag	Word	%MW116					
Stop	Bool	%M100.5					
start1	Bool	%M100.6					
Tag_1	Bool	%I0.0					
Tag_2	Bool	%I0.3					
Slave	Bool	%I0.2					
Stop_slave	Bool	%I0.4					
Startt	Bool	%M600.0					
start_slave	Bool	%I0.1					
Tag_7	Bool	%M300.0					
Tag_8	Bool	%M200.0					
NDR	Bool	%M10.0					
Error	Bool	%M10.1					
Status_Slave	Word	%MW12					
Tag_12	Real	%MD300					
VungDoc	Real	%MD308					
VungNhan	Real	%MD200					
EnableAxis	Bool	%M5.0					

Bước 2: Viết chương trình điều khiển

Khai báo lệnh SINA_SPEED điều khiển biến tần:

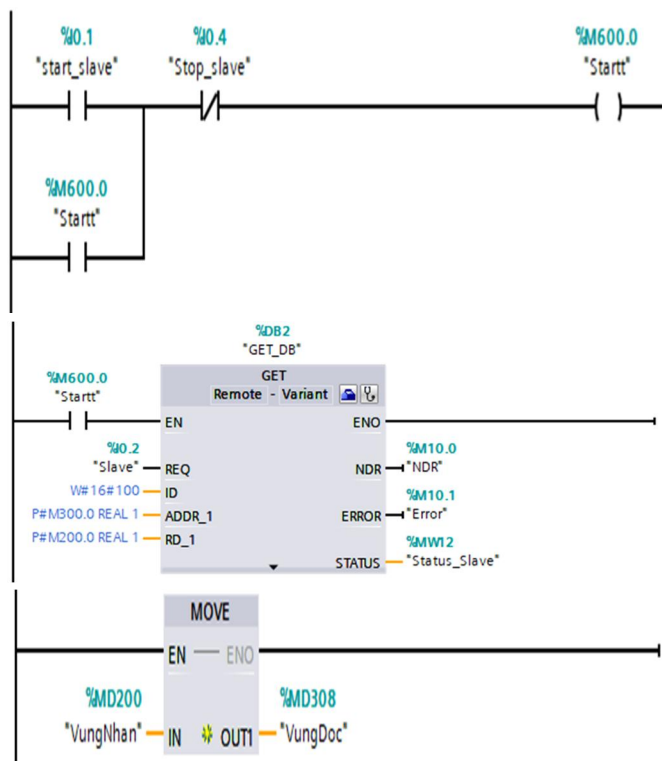


- Khai báo tham số kết nối truyền nhận dữ liệu giữa PLC1 với PLC2.



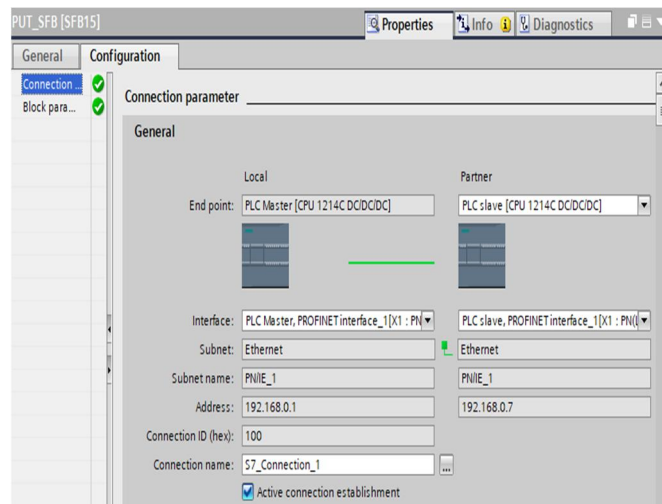
Vùng giá trị truyền	Vùng giá trị nhận
MD300	MD200

- Khai báo lệnh nhận dữ liệu được truyền từ PLC2:

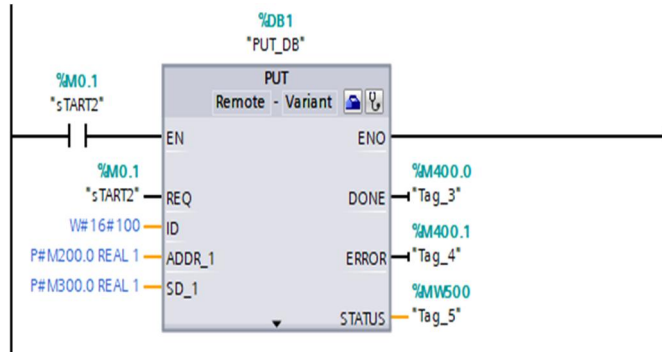


b) Với PLC2

- Khai báo kết nối truyền nhận dữ liệu giữa PLC1 với PLC2:



- Khai báo lệnh truyền dữ liệu cho PLC1:

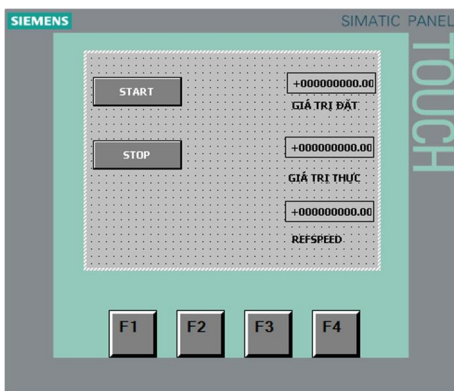


- **Bước 3:** Lưu giá trị cài đặt từ ngoài vào dữ liệu gửi



c) **Thiết kế giao diện cho màn hình HMI**, được biểu diễn trên hình 16.

- Thiết lập nút bấm start/stop từ màn hình HMI
- Thiết lập vùng cài đặt giá trị đặt, vùng hiển thị tốc độ thực của động cơ



Hình 16. Giao diện cho màn hình HMI

7. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

Tham số đặt động cơ và tham số giá trị đặt từ HMI như bảng 1, 2.

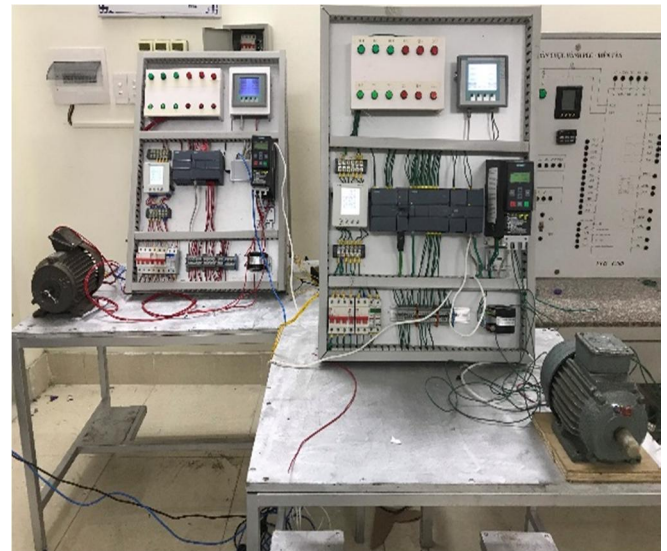
Bảng 1. Tham số đặt động cơ

Giá trị đặt	Thông số
Dòng điện	2,2A
Công suất	0,75kW
Dài tốc độ	1380rpm
Điện áp	380V
Tần số	50Hz

Bảng 2. Tham số giá trị đặt từ HMI

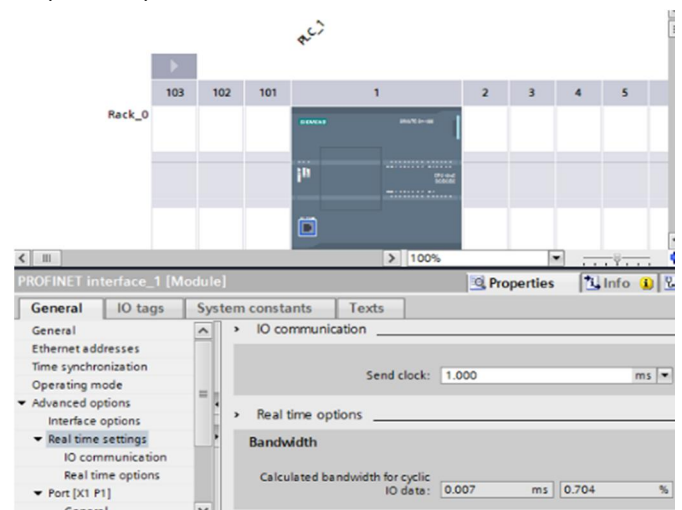
Giá trị đặt	Thông số
Tốc độ đặt	Tùy ý trong dải tốc độ - Ví dụ 50rpm
Refspeed	1638,4

Kết nối và chạy thực nghiệm mô hình, được biểu diễn trên hình 17.



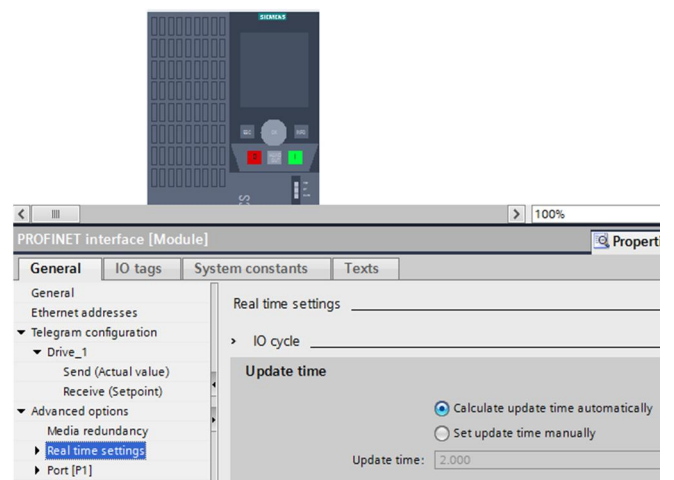
Hình 17. Mô hình truyền thông PLC - biến tần - động cơ

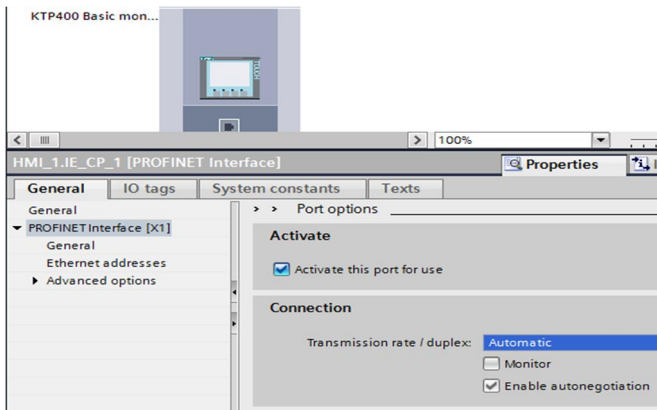
Thời gian xung nhịp gửi tín hiệu truyền thông từ PLC1, PLC2 là 1ms, băng thông cho chu kì dữ liệu IO là 0,007ms, được thể hiện trên hình 18.



Hình 18. Xung nhịp gửi dữ liệu và tính toán băng thông cho chu kỳ dữ liệu IO

Thời gian cập nhật dữ liệu của biến tần, HMI được tính toán, cập nhật tự động theo PLC2, thể hiện trên hình 19.





Hình 19. Thời gian cập nhật dữ liệu của biến tần, HMI

Với giá trị tốc độ đặt, tốc độ thực hiện trên HMI, được biểu diễn trên hình 20.



Hình 20. Giá trị tốc độ đặt, tốc độ thực hiện HMI

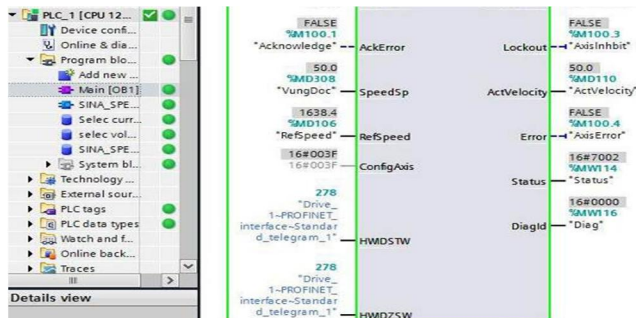
Giá trị tốc độ đặt, tốc độ thực hiện thị trên biến tần, được biểu diễn trên hình 21.



Hình 21. Giá trị tốc độ đặt, tốc độ thực hiện thị trên biến tần

Giám sát lệnh điều khiển biến tần từ PLC, được biểu diễn trên hình 22.

Biến tần truyền động cho động cơ đạt đến tốc độ đặt 50rpm cần 0,36s (tương ứng với thời gian tăng tốc bài báo đặt 10s để đạt tốc độ lớn nhất là 1380rpm và động cơ quay ổn định tại tốc độ đặt, được biểu diễn trên hình 23.



Hình 22. Giám sát lệnh điều khiển biến tần từ PLC

Number	Parameter text	Value	Unit
<All>	<All>	<All>	<All>
p1013[0]	Fixed speed setpoint 13	0.000	rpm
p1014[0]	Fixed speed setpoint 14	0.000	rpm
p1015[0]	Fixed speed setpoint 15	0.000	rpm
p1016	Fixed speed setpoint select mode	[1] Direct	
r1025	Fixed speed setpoint status	0H	
p1037[0]	Motorized potentiometer maximum speed	0.000	rpm
p1038[0]	Motorized potentiometer minimum speed	0.000	rpm
p1040[0]	Motorized potentiometer starting value	0.000	rpm
p1047[0]	Motorized potentiometer ramp-up time	10.000	s
p1048[0]	Motorized potentiometer ramp-down time	10.000	s

Hình 23. Thời gian tăng tốc độ từ 0 tới 1380rpm

8. KẾT LUẬN

Mô hình mạng công nghiệp trên PROFINET cơ sở sử dụng công nghệ mới nhất của SIEMENS là được xây dựng cho mục tiêu giáo dục. Các thành phần chính của mạng đó là PLC Simatic S7-1200, HMI KTP400 Basic, module mở rộng csm1277 simatic net, 1 bộ chuyển nguồn PM1207 và các sản phẩm phần mềm TIA Portal Phiên bản V13 SP1 cơ bản. Bộ thực hành đầu tiên của chúng tôi với mô hình mạng công nghiệp đã chứng minh chức năng và kinh nghiệm thu được đã bắt đầu để tạo ra nhiệm vụ thực tế cho sinh viên để giải quyết chúng tại thực tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Hoàng Minh Sơn, 2007. *Mạng truyền thông công nghiệp*. NXB Khoa học và Kỹ thuật.
- [2]. Trần Tiến Lương, 2016. *Nghiên cứu hệ thống mạng truyền thông PLC S7-1200 qua mạng Ethernet*. Đề tài Nghiên cứu khoa học Trường Đại học Hàng hải Việt Nam.
- [3]. <https://ximang.vn/kinh-nghiem-van-hanh/he-dieu-khien-plc-bien-tan-dong-co-khong-dong-bo-ba-pha-p2--4970.htm>
- [4]. Martin Višňovský, Róbert Rákay, Alena Galajdová, Dušan Šimšík, 2017. *Creating Industrial Network with PROFINET Communication for Education Purposes*. Acta Mechanica Slovaca 21 (4): 66 – 72.
- [5]. Dušan Šimšík, Alena Galajdová, Róbert Rákay, 2016. *Intenzifikácia výskumu a prepojenia na prax inováciou laboratórií*. In: Automatizácia a riadenie v teórii a praxi: ARTEP 2016. - Košice: TU, 2016 S. 52-1-52-10. ISBN 978-80-553-2474.

AUTHORS INFORMATION

Vo Thu Ha¹, Dang Thi Tuyet Minh¹, Vu Huy Hien²

¹Faculty of Electrical Engineering, University of Economic and Technical Industries

²Class TDH 11A3, Faculty of Electrical Engineering, University of Economic and Technical Industries