

## ỨNG DỤNG MẠNG TRUYỀN THÔNG PROFIBUS TRONG ĐIỀU KHIỂN MÔ HÌNH DÂY CHUYỀN TỰ ĐỘNG TẠI PHÒNG THÍ NGHIỆM CƠ ĐIỆN TỬ

Nguyễn Văn Mướn, Lý Thanh Phương<sup>1</sup>, Nguyễn Văn Chương và Phó Hoàng Linh<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bộ môn Tự động hóa, Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ

<sup>2</sup> Sinh viên lớp Cơ điện tử K35, Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ

### Thông tin chung:

Ngày nhận: 08/01/2013

Ngày chấp nhận: 19/06/2013

### Title:

Applying PROFIBUS network for controlling the existing model of flexible manufacturing system at Mechatronic Lab – College of Engineering Technology

### Từ khóa:

Mạng truyền thông PROFIBUS, PROFIBUS DP, bộ điều khiển logic khả trình

### Keywords:

PROFIBUS Network, PROFIBUS DP, Programmable logic controller

### ABSTRACT

With the continuous development of science and technology on the world today, the application of advanced techniques to impulse the industrialization and modernization of our country is the most essential thing to do. In this paper, we would like to introduce to readers an application of communication network - Profibus to controlling a flexible manufacturing system using PLC S7-300 (CPU 315-2DP) of Siemens. This is a model of flexible manufacturing system working as a chain of assembling and sorting products in different colors to appropriate storages from FESTO (Germany). The system consists of five stations using PLC S7-300 and one station of Robot doing assembly for completing product. All PLC stations are completely controlled and supervised on computer with SCADA software connecting to PLC master using MPI device; and using PROFIBUS network in order to communicate with other PLCs.

### TÓM TẮT

Cùng với sự tiến bộ không ngừng về khoa học và công nghệ trên thế giới hiện nay, việc ứng dụng những kỹ thuật tiên tiến góp phần phục vụ công nghiệp hóa - hiện đại hóa đất nước là nhiệm vụ không thể thiếu. Trong bài báo này, nhóm tác giả trình bày ứng dụng mạng truyền thông PROFIBUS trong việc giám sát và điều khiển hệ thống cơ điện tử, với mô hình hệ thống sản xuất linh hoạt dùng PLC S7-300 (CPU 315-2DP) của hãng Siemens. Đây là mô hình dây chuyền lắp ghép và phân loại sản phẩm theo màu của hãng FESTO (Đức). Hệ thống gồm năm trạm có sử dụng PLC S7-300 và một trạm Robot thực hiện ghép các vật liệu trước khi thành phẩm. Các trạm PLC đều được giám sát và điều khiển hoàn toàn trên máy tính nhờ vào phần mềm SCADA kết nối giữa máy tính với PLC chủ qua cổng MPI (Multi Point Interface – thiết bị giao tiếp đa nhánh); và sử dụng chuẩn PROFIBUS kết nối các PLC với nhau để trao đổi dữ liệu truyền thông.

## 1 GIỚI THIỆU

PROFIBUS là chữ viết tắt của Process Field Bus, là một tiêu chuẩn mạng cấp thực địa được phát triển lần đầu tiên tại Đức vào năm

1987, sau này trở thành tiêu chuẩn của châu Âu EN 50170 vào năm 1996 và trở thành tiêu chuẩn quốc tế IEC 61158 vào đầu năm 2000. Một dạng của PROFIBUS là PROFIBUS DP (Decentralized Peripherals – ngoại vi phân tán)

được ứng dụng rất phổ biến trong mạng công nghiệp và truyền thông dành cho các ứng dụng có các thiết bị ngoại vi phân tán. PROFIBUS DP có thể sử dụng chuẩn truyền thông RS-485, không dây hoặc cáp quang. Trong đó chuẩn RS-485 được sử dụng phổ biến nhất.

PROFIBUS DP được phát triển nhằm phục vụ cho việc trao đổi thông tin đòi hỏi tốc độ truyền dữ liệu nhanh, đáp ứng yêu cầu cao về thời gian trong trao đổi dữ liệu giữa các bộ PLC hoặc các máy tính công nghiệp với các ngoại vi phân tán ở cấp thực địa như: cảm biến, thiết bị đo, bộ truyền động, thiết bị chấp hành, các module mở rộng...

**Bảng 1: Tương quan giữa khoảng cách và tốc độ truyền của PROFIBUS DP**

Tốc độ truyền	Khoảng cách truyền tối đa
187,5 kBit/s:	1000 mét
500 kBit/s:	400 mét
1,5 MBit/s:	200 mét
3 MBit/s:	150 mét
6 MBit/s:	nhỏ hơn 150 mét
12 MBit/s:	100 mét

Đặc điểm của mạng PROFIBUS DP:

- Dữ liệu truyền được xác định trong cấu hình (tối ưu hóa trao đổi dữ liệu).
- Duy nhất một DP chủ có thể xuất dữ liệu về trạm máy tính.
- Hệ thống fieldbus nhanh, có thể lên đến 12 Mbits/s (xem Bảng 1).
- Dữ liệu lên đến 244 byte vào/ 244 byte ra trên mỗi trạm.

- Thời gian đáp ứng nhanh đo được với 10 trạm mở rộng I/O phân tán ET200, mỗi trạm này có 32 I/O là 0.25 ms.

Multi Point Interface (MPI) là một mạng con (subnet) trong hệ thống SIMATIC NET của hãng Siemens. Mạng MPI được sử dụng cho cấp điều khiển, giám sát với yêu cầu khoảng cách giữa các trạm không lớn. Thiết lập mạng MPI này phục vụ cho mục đích ghép nối một số lượng hạn chế trạm (không quá 32 trạm) và dung lượng truyền thông nhỏ với tốc độ truyền tối đa là 187,5 Kbps.

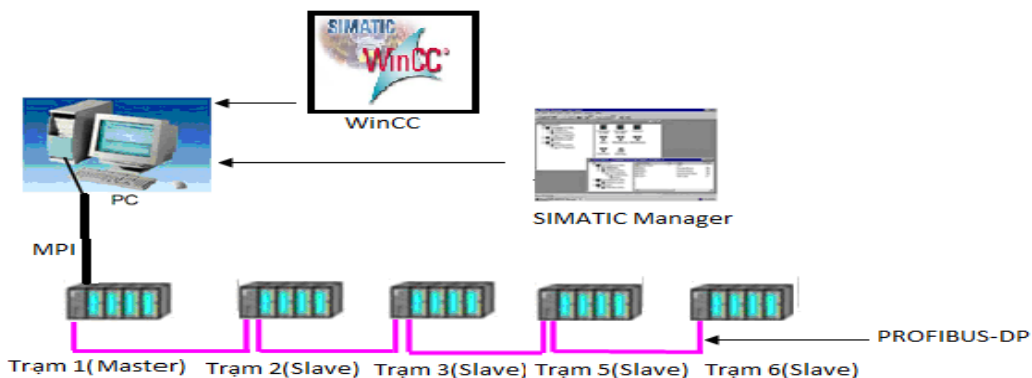
Trong bài báo này, tác giả đưa ra phương pháp dùng phần mềm SIMATIC Manager STEP7 (của hãng Siemens) để thiết lập cấu hình phần cứng và lập trình phần mềm để các PLC S7-300 trao đổi được dữ liệu với nhau, trong đó bao gồm một DP chủ và các DP tớ. DP chủ quản lý được toàn bộ dữ liệu của các DP tớ qua giao tiếp PROFIBUS và đưa dữ liệu trực tiếp lên máy tính bằng giao tiếp MPI. Qua đó, ta giám sát được toàn hệ thống thông qua giao diện được xây dựng bằng phần mềm WinCC trên máy tính.

## 2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1 Cấu hình phần cứng

#### 2.1.1 Cấu hình phần cứng cho các trạm PLC

Mạng truyền thông gồm 5 PLC S7-300 sẽ được lập cấu hình phần cứng và truyền thông bằng phần mềm SIMATIC Manager. Việc giám sát, điều khiển cả hệ thống được thực hiện bằng phần mềm WinCC (Hình 1).

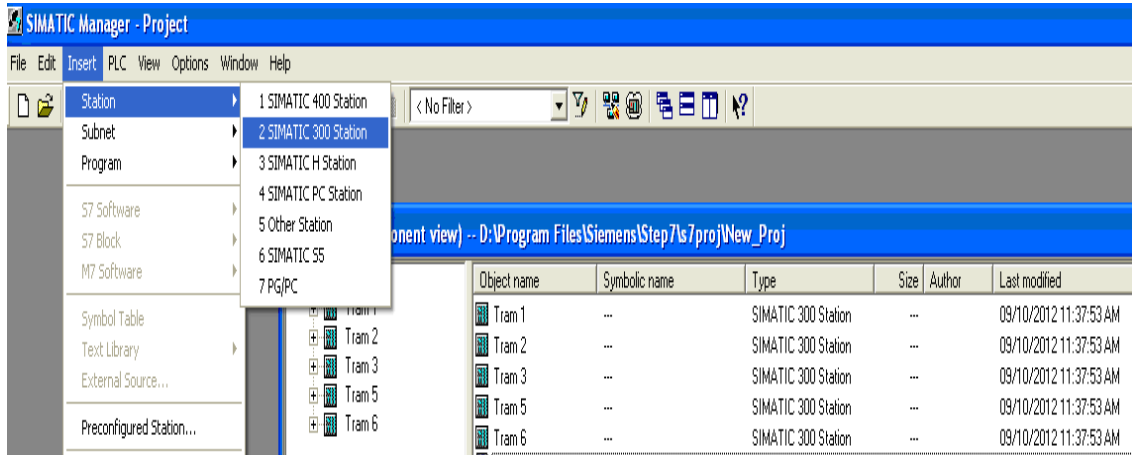


**Hình 1: Minh họa mạng truyền thông với PROFIBUS DP**

Trên phần mềm SIMATIC Manager tạo một dự án (project) gồm 5 trạm PLC S7-300, trong đó PLC của trạm 1 làm trạm chủ (master) quản lý dữ liệu của bốn trạm PLC tớ (slave) còn lại: trạm 2, trạm 3, trạm 5 và trạm 6. Ngoài ra, trong mô hình hệ thống tại phòng thí nghiệm Cơ điện tử mà tác giả nghiên cứu

còn một trạm trung gian ở vị trí thứ 4 là cánh tay Robot, không dùng PLC nên trong bài báo này không mô tả “trạm 4”.

Để tạo 5 trạm PLC S7-300 trong project, từ cửa sổ *SIMATIC Manager*, ta chọn mục “*Insert > Station > SIMATIC 300 Station*” như Hình 2.



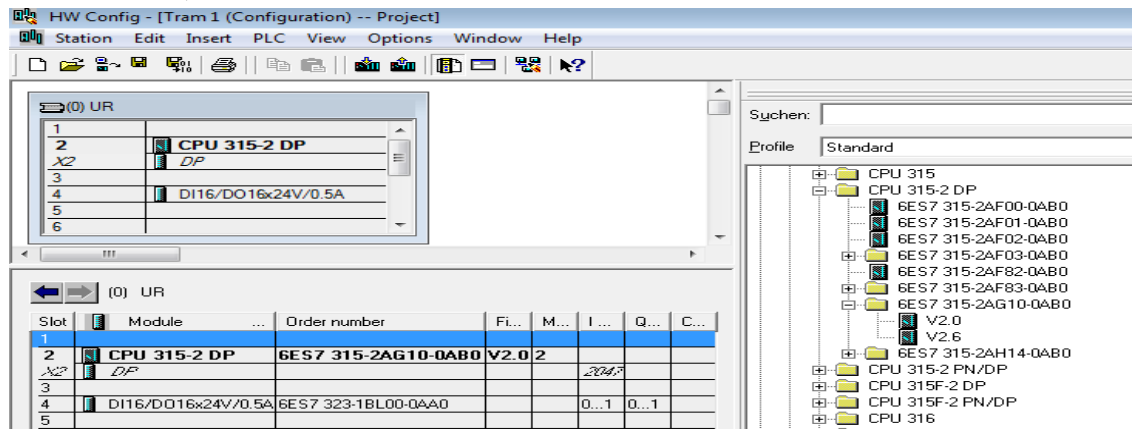
Hình 2: Tạo 5 trạm PLC S7-300

Thiết lập các module của PLC S7-300 (CPU 315-2DP) cho các trạm bằng cách: chọn từng trạm sau đó nhấp đúp chuột “*Hardware*” thực hiện việc thiết lập cấu hình phần cứng như: tạo rail, module CPU, I/O, nguồn.

- Tạo rail (khung mô tả phần cứng): chọn SIMATIC 300 > RACK-300 > rail.
- Chèn CPU 315-2DP: chọn SIMATIC300 > CPU-300 > CPU 315-2DP > 6ES7315-2AG10-0AB0 > V2.0 > chọn và kéo thả vào rail (vị trí Slot 2).

- Chèn Module nguồn: SIMATIC 300 > PS-300 > PS 307 2A > chọn và kéo thả vào rail.
- Chèn Module I/O: SIMATIC 300 > SM-300 > DI/DO-300 > SM 232 DI16/DO16x24V/0.5A > chọn và kéo thả vào “rail”.

Cấu hình PLC S7-300 CPU 315-2DP và các Module hoàn tất như Hình 3.



Hình 3: Cấu hình phần cứng cho các PLC CPU 315-2DP

Khi thiết lập hoàn tất, cần cập nhật cấu hình phần cứng (“Save and compile”).

### 2.1.2 Cấu hình PROFIBUS cho các trạm tớ

Việc thiết lập cấu hình PROFIBUS cho từng trạm tớ được thực hiện tại cửa sổ “Hardware Configuration”. Trên rail của “trạm 2”, nhấp chuột phải ô “DP > Object Properties”, hộp thoại “Properties-DP-(R0/S2.1)” xuất hiện. Thực hiện cấu hình như sau:

- Mục “General”: tại khung “Interface” nhấp chọn nút “PROFIBUS” thì xuất hiện hộp thoại “Properties – PROFIBUS interface DP (R0/S2.1)”.

- + Mục “Address” chọn là “2” (địa chỉ của CPU kết nối vào mạng PROFIBUS, có thể tùy chọn nhưng không được trùng với các địa chỉ đã lập rồi trên mạng PROFIBUS).

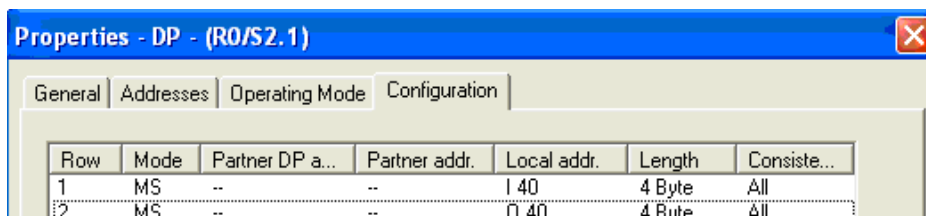
- + Trong mục “Subnet” chọn “New” thì hộp thoại “Properties – New subnet

PROFIBUS” xuất hiện. Trên hộp thoại này, tại mục “Network settings”, ta chọn “1.5 Mbps” ở vùng “Transmission Rate”, chọn “DP” ở vùng “Profile”.

- Mục “Operating Mode” chọn “DP slave”
- Mục “Configuration”: thiết lập vùng trao đổi dữ liệu trên trạm 2 với trạm 1.

- + Thiết lập vùng nhớ trao đổi ngõ vào: Chọn “New” thì xuất hiện hộp thoại “Properties – DP – (R0/S2.1) Configuration - row1”. Trên hộp thoại này, tại mục “Address type” chọn “Input”, Mục “Address” chọn “40” (đây là địa chỉ tùy chọn của vùng nhớ trao đổi dữ liệu), mục “Length” chọn “4” (số dữ liệu trao đổi), mục “Consistency” chọn “all”, mục “Unit” chọn “Byte” (đơn vị dữ liệu).

- + Thiết lập vùng nhớ trao đổi ngõ ra: Thực hiện tương tự như vùng nhớ trao đổi ngõ vào nhưng “Address type” là “Output”. Hoàn tất thiết lập vùng nhớ trao đổi ngõ ra, ngõ vào cho trạm 2 như Hình 4.



Hình 4: Thiết lập vùng trao đổi dữ liệu trên “Trạm 2”

Khi thiết lập hoàn tất, cần cập nhật biên dịch (Chọn Station -> Save and compile) cấu hình đã thiết lập.

Thực hiện tương tự để thiết lập cấu hình PROFIBUS cho các trạm tớ còn lại.

Chú ý: Trong mục Subnet chọn “PROFIBUS(1) 1.5Mbps” để kết nối vào chung một mạng PROFIBUS đã được thiết lập ở trạm 2.

### 2.1.3 Thiết lập cấu hình PROFIBUS cho trạm chủ

Để thiết lập cấu hình PROFIBUS cho Trạm 1 là trạm chủ, ta thực hiện tương tự cho các trạm tớ nhưng có một số điểm khác như:

- Mục “Operating mode” chọn “DP Master”.

- Trong mục “Subnet” chọn “PROFIBUS (1) 1.5 Mbps” kết nối vào mạng PROFIBUS đã thiết lập ở các trạm tớ.

- Thiết lập vùng nhớ trao đổi dữ liệu trên Trạm 1:

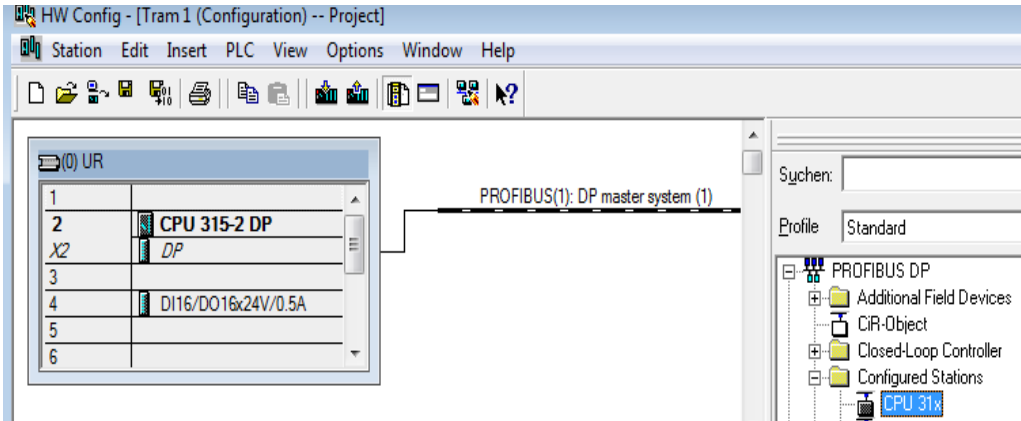
- Bên phải giao diện “Hardware Configuration” của trạm 1, mục “Profile”, chọn “Standard” trong khung chứa các nhóm cấu hình, chọn “PROFIBUS DP” > “Configured Station” >, kéo và thả “CPU 31x” vào đường dây “PROFIBUS(1), DP master system” như Hình 5.

- + Hộp thoại “DP slave Properties” xuất hiện, trên mục “Coupling” sẽ có 4 vùng trao đổi dữ liệu đã tạo từ các trạm tớ trước đó, chọn vùng trao đổi với trạm 2 và chọn nút “Couple” như Hình 6.

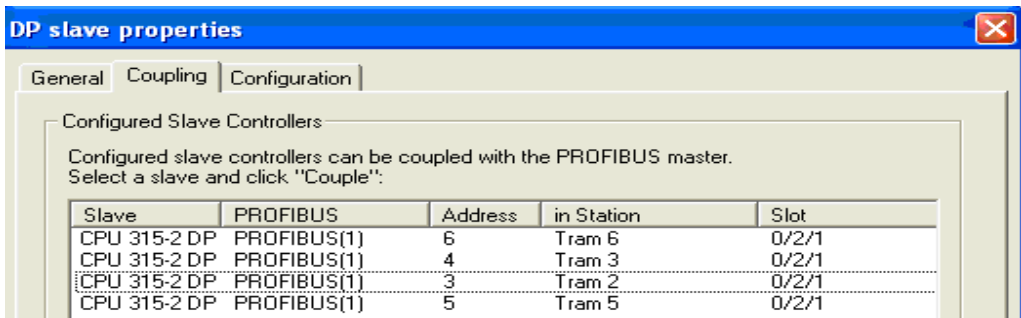
+ Chuyển qua mục “Configuration” để tạo vùng trao đổi dữ liệu vào/ ra của trạm 1 với ngõ ra/ vào trạm 2 vừa kết nối như Hình 7.

Thực hiện tương tự thiết lập vùng trao đổi dữ liệu trạm 1 với trạm 3, 5, và 6.

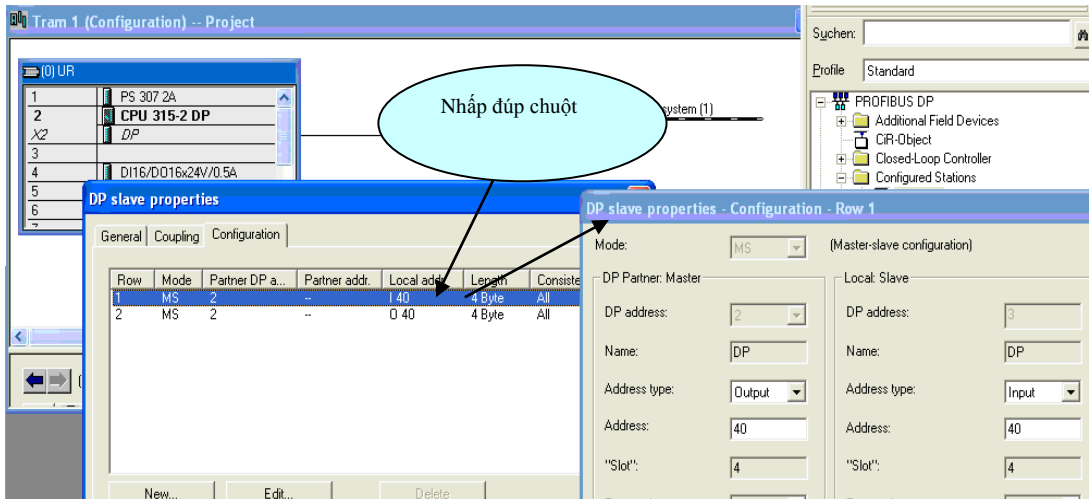
Chú ý: vùng nhớ trao đổi trên trạm chủ đối với từng trạm tớ phải khác nhau. Nếu giống nhau thì sẽ tự động tạo một vùng nhớ khác, nếu không thì dữ liệu của các trạm tớ sẽ bị chép chồng lên nhau.



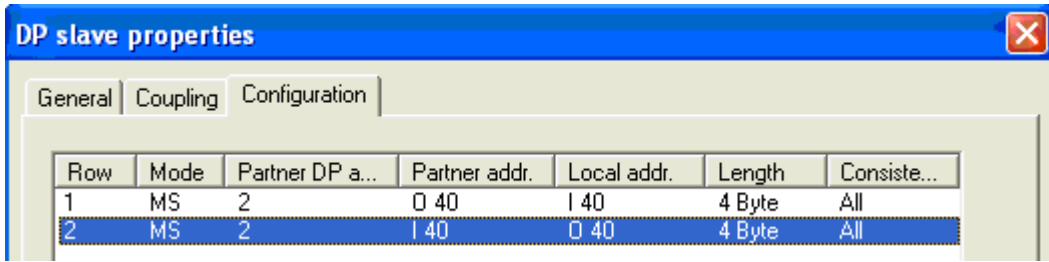
Hình 5: Kết nối các DP slave vào mạng PROFIBUS



Hình 6: Vùng nhớ trao đổi dữ liệu của các trạm tớ



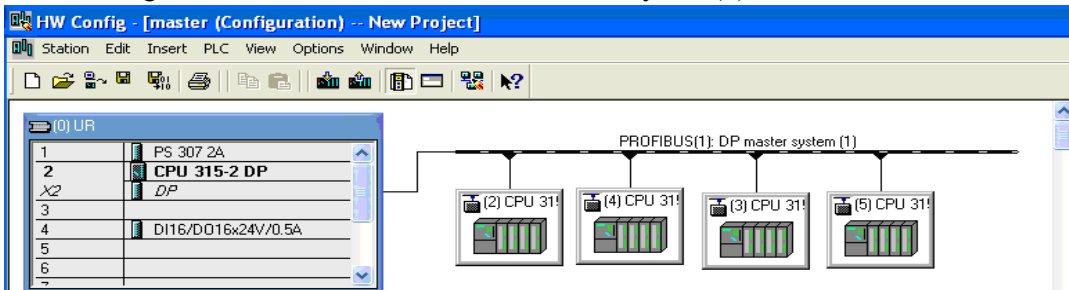
Hình 7: Tạo vùng nhớ trao đổi dữ liệu trên “Trạm 1” với các trạm tớ



Hình 8: Kết quả vùng nhớ trao đổi dữ liệu giữa “Trạm 1” và “Trạm 2”

Sau khi thiết lập xong thì trên giao diện “Hardware Configuration” của trạm 1 sẽ có 4

PLC tớ được treo trên dây “PROFIBUS(1), DP master system(1) như Hình 9.



Hình 9: Cấu hình phần cứng PROFIBUS được thiết lập hoàn tất

Khi thiết lập hoàn tất, ta cần chọn “Station > Save and compile” cập nhật cấu hình.

## 2.2 Lập trình trao đổi dữ liệu giữa trạm chủ và các trạm tớ

Có hai cách để qui định truyền thông: lập trình bằng lệnh truyền thông hoặc sử dụng hàm trong thư viện. Việc sử dụng cách nào cho phù hợp thì phụ thuộc vào loại CPU, loại dữ liệu truyền, số lượng dữ liệu truyền, tốc độ truyền. Đối với CPU 315 2-DP thì có thể sử dụng lệnh truyền thông hoặc hàm trong thư viện để lập trình. Bài báo này sử dụng hàm SFC14 để đọc dữ liệu và SFC15 để truyền dữ liệu.

Mỗi trạm tớ muốn trao đổi được dữ liệu cần có một hàm SFC14 để đọc dữ liệu từ trạm chủ và một hàm SFC15 để truyền dữ liệu lên trạm chủ. Trạm 1 làm trạm chủ có nhiệm vụ quản lý 4 trạm tớ, vì vậy trạm 1 cần 4 cặp hàm SFC14 và SFC15 để thực hiện trao đổi với 4 các trạm tớ 2, 3, 5, 6.

Lập trình trao đổi dữ liệu được thực hiện trên khối OB1 của từng trạm. Để lấy hai hàm SFC14 và SFC15, ta mở khối OB1. Từ giao diện lập trình của khối OB1 chọn “Library” > “Standard Library” > “System

Function Block” > chọn hàm SFC14 (đọc dữ liệu) và SFC15 (truyền dữ liệu) vào vùng lập trình như Hình 10.

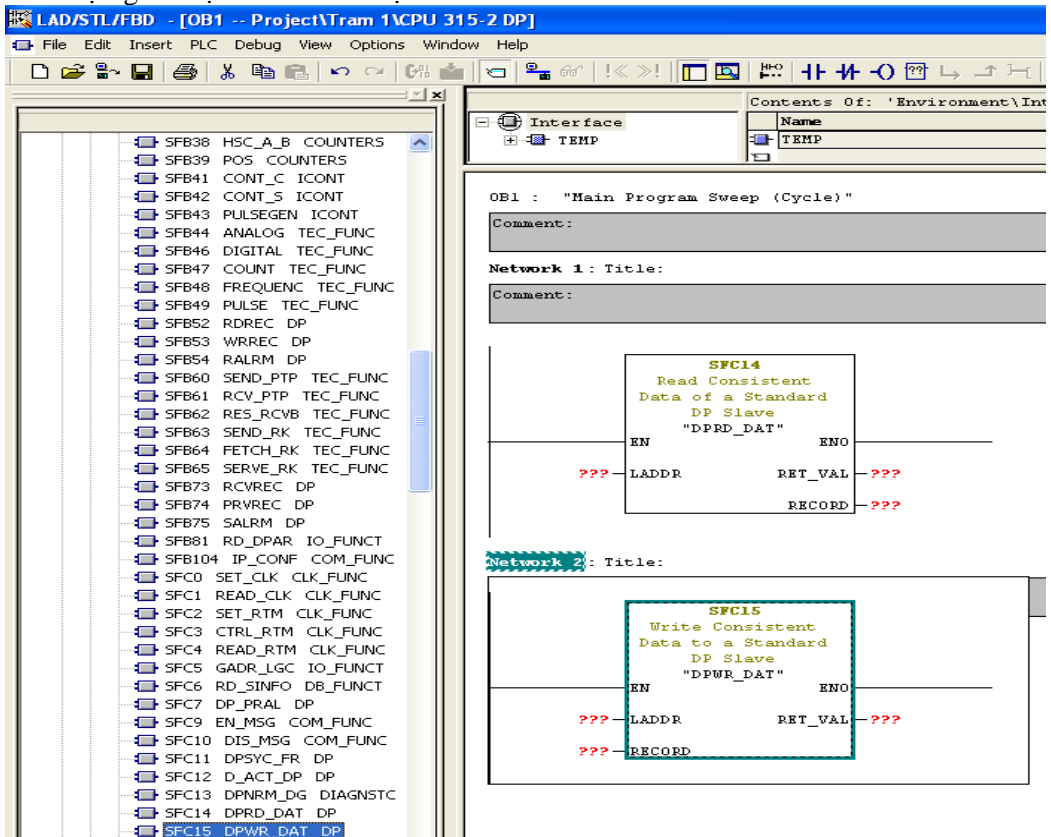
- Hàm SFC14 có các tham số sau:
  - + LADDR: Địa chỉ vùng nhớ trao đổi.
  - + RET\_VAL: Trả về chuẩn đoán các lỗi.
  - + RECORD: Dữ liệu cần đọc chứa tại địa chỉ vùng nhớ trao đổi.
- Hàm SFC15 có các tham số sau:
  - + LADDR: Địa chỉ vùng nhớ trao đổi.
  - + RECORD: Dữ liệu cần truyền chứa tại địa chỉ vùng nhớ trao đổi.
  - + RET\_VAL: Trả về chuẩn đoán các lỗi.

Việc đọc và gửi dữ liệu phải phù hợp với vùng trao đổi dữ liệu giữa các trạm đã được khai báo khi cấu hình phần cứng.

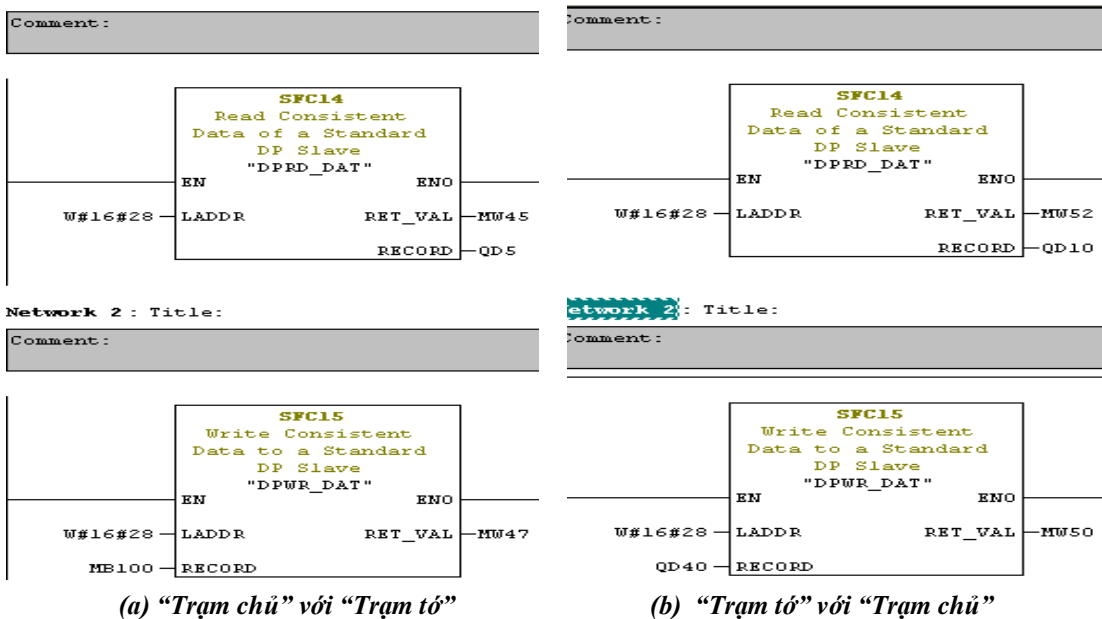
Lập trình trên trạm 1 để đọc và gửi dữ liệu đến trạm 2 được mô tả ở Hình 11(a). và việc lập trình trên trạm 2 để đọc và gửi dữ liệu đến trạm 1 như Hình 11(b).



Tương tự như vậy, thực hiện cho các cặp lại: trạm 3, trạm 5 và trạm 6. trao đổi dữ liệu giữa trạm 1 với các trạm còn




Hình 10: Hàm SFC 14 và SFC 15



(a) “Trạm chủ” với “Trạm tớ”

(b) “Trạm tớ” với “Trạm chủ”

Hình 11: Lập trình trao đổi dữ liệu giữa các trạm (chủ với tớ)

Sau khi hoàn tất việc lập trình, tiến hành download các cài đặt cấu hình truyền thông xuống từng trạm PLC thông qua kết nối MPI giữa máy tính với PLC chủ, bằng cách chọn biểu tượng  trên giao diện của SIMATIC Manager để download cấu hình phần cứng và phần lập trình từ máy tính xuống PLC.

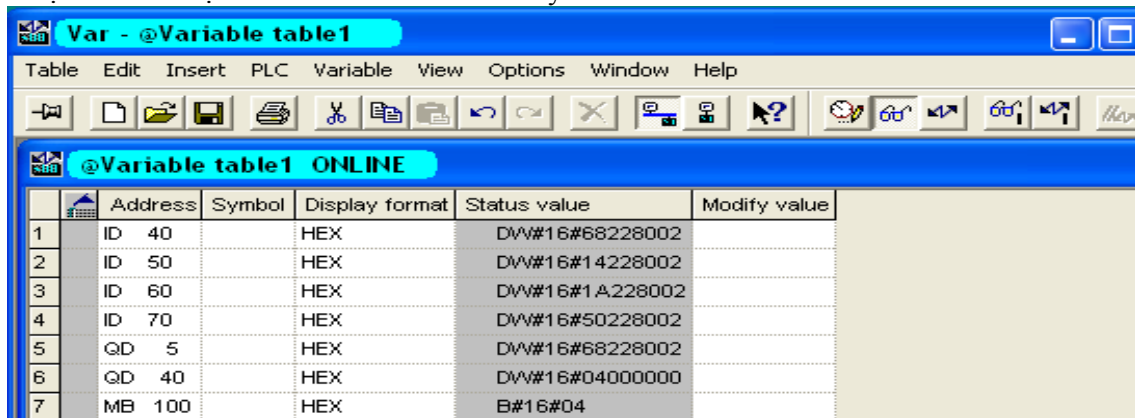
### 3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Sau khi hoàn tất việc thiết lập cấu hình phần cứng và lập trình trao đổi dữ liệu giữa trạm chủ với các trạm tớ, kết quả cho thấy trạm 1 đã trao đổi dữ liệu với các trạm tớ 2, 3, 5 và 6. Để kiểm tra dữ liệu trao đổi, chọn “Trạm 1” rồi chọn “PLC” > “Monitor/Modify

Variable”. Dữ liệu quản lý trên trạm 1 được thể hiện ở Hình 12.

Trên Hình 12 cho biết dữ liệu hiện tại ở các trạm tớ với các địa chỉ ID 40, ID 50, ID 60, ID 70 (tương ứng với các trạm tớ 2, 3, 5, và 6). Cột “Status value” trên hình cho biết trạng thái hiện hành của 32 bit dữ liệu tại các trạm (DW = Double Word).

Việc trao đổi và hiển thị dữ liệu như trên là kết quả thu được từ việc thiết lập mạng truyền thông PROFIBUS giữa các PLC với nhau và sự kết nối giữa máy tính với PLC chủ thông qua thiết bị giao tiếp MPI.



	Address	Symbol	Display format	Status value	Modify value
1	ID 40		HEX	DW#16#68228002	
2	ID 50		HEX	DW#16#14228002	
3	ID 60		HEX	DW#16#1A228002	
4	ID 70		HEX	DW#16#50228002	
5	QD 5		HEX	DW#16#68228002	
6	QD 40		HEX	DW#16#04000000	
7	MB 100		HEX	B#16#04	

Hình 12: Dữ liệu trao đổi được quản lý trên “Trạm 1”



Hình 13: Mô hình thực tế hệ thống tại PTN. Cơ điện tử (dây chuyền sản xuất linh hoạt)

### 4 KẾT LUẬN

Bài báo này đã trình bày cách thiết lập mạng truyền thông PROFIBUS DP ứng dụng

cho các trạm PLC S7-300 (CPU 315-DP) trong hệ FMS của hãng FESTO (Đức), đồng thời thực hiện việc giám sát và điều khiển toàn hệ



thông trên máy tính bằng phần mềm WinCC. Từ giao diện trên máy tính, ta có thể quan sát trạng thái dữ liệu hiện tại của riêng từng trạm.

Kết quả là các trạm PLC trong hệ thống dữ liệu được với nhau, cũng như trao đổi dữ liệu giữa PLC chủ với máy tính. Với cấu hình đã thiết lập thì dữ liệu được thông suốt ở các cấp truyền thông, giúp hệ thống được quản lý dễ dàng, chuyên nghiệp phù hợp cho ứng dụng rộng rãi trong mạng truyền thông công nghiệp ở các nhà máy sản xuất, đặc biệt có sử dụng dây chuyền tự động hoặc cả hệ thống sản xuất linh hoạt dùng PLC.

### LỜI CẢM ƠN

Qua bài báo này, chúng tôi xin gửi lời cảm ơn đến Ban giám hiệu Trường Đại học Cần Thơ đã tạo điều kiện thuận lợi và Phòng Tài Vụ đã hỗ trợ các thủ tục tài chính cho chúng tôi thực hiện đề tài này. Xin chân thành cảm ơn các Công ty đã cung cấp thiết bị, vật tư phục vụ công tác nghiên cứu khoa học. Xin được cảm ơn Ban chủ nhiệm Khoa Công Nghệ, cũng như tất cả quý Thầy Cô trong Khoa, đặc biệt là Thầy Cô Bộ môn Tự động hóa và những người thân đã có nhiều góp ý, động viên, giúp đỡ, cung cấp tài liệu và thời gian để chúng tôi hoàn thành bài báo. Và cũng xin cảm ơn đến các bạn: Phạm Quốc Châm, Nguyễn Trọng Nghiêm (cựu sinh viên lớp Cơ điện tử K34) đã giúp chúng tôi hoàn thiện hệ thống hoạt động tốt hơn. Rất mong được sự đóng góp ý kiến quý báu từ độc giả để nội dung bài báo được hoàn thiện tốt hơn. Chân thành cảm ơn!

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Eduardo Manuel de Medicis Tovar, 1999. *Supporting Real-Time Communications with Standard Factory-Floor Networks*. Universidade do Porto.
2. Hans Berger, 2003. *Automating with simatic*. Publicis Coporate Publishing, Erlangen.
3. Josef Weigmann, Gerhard Kilian, 2003. *Decentralization with PROFIBUS DP/DPV1*. Publicis Coporate Publishing, Erlangen.
4. N.Dreilich, 2001. *Product manual – Profibus DP 07-05-04-02-E-V0801*. Eurotherm Drives Limited.
5. Nguyễn Kim Ánh & Nguyễn Mạnh Hà, 2007. *Giáo trình - Mạng truyền thông công nghiệp*. Đại học Bách Khoa Đà Nẵng.
6. Nguyễn Trọng Nghiêm, Phạm Quốc Châm, 2012. *Luận văn tốt nghiệp ngành Cơ điện tử Khóa 34, Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ*.
7. Trần Thu Hà và Phạm Quang Huy, 2011. *Tự động hóa với WinCC*