

## TRUYỀN THÔNG CÔNG NGHIỆP TRONG HỆ THỐNG CÂN BẰNG ĐỊNH LƯỢNG

**Đỗ Thị Hiền, Lê Thị Thu Huyền, Dương Chính Cường, Đỗ Thị Mai\***  
*Trường Đại học Công nghệ thông tin và truyền thông – ĐH Thái Nguyên*

### TÓM TẮT

Truyền thông công nghiệp là một mảng kiến thức rất quan trọng đối với sinh viên chuyên ngành Tự động hóa. Hiện nay quá trình đào tạo sinh viên tại nhiều trường đại học đang gặp nhiều khó khăn do thiếu trang thiết bị thực tế. Hệ thống cân bằng định lượng được xây dựng nhằm mục đích tạo môi trường thực hành cụ thể đối với một đối tượng thực cho sinh viên, trong đó trình bày phương pháp ghép nối hệ thống, cấu hình mạng, lập trình truyền thông giữa nhiều PLC S7-1200 dựa trên chuẩn truyền thông mở rộng PROFINET. Hệ thống đã hoàn thiện và đáp ứng yêu cầu điều khiển với sai số cho phép. Kết quả thu thập được từ hệ thống thông qua các hàm truyền thông PUT/GET được lưu trữ trong các khối dữ liệu của từng PLC và hiển thị trên giao diện người máy HMI. Kết quả nghiên cứu đã giải quyết được một phần khó khăn cho sinh viên khi có thể trực tiếp thao tác và quan sát trực quan hoạt động của hệ thống thực.

**Từ khóa:** truyền thông công nghiệp, hàm PUT/GET, S7 communication, lập trình truyền thông, PROFINET

### ĐẶT VẤN ĐỀ

Thực tế đào tạo cho thấy nhiều khó khăn về mảng truyền thông công nghiệp mà sinh viên ngành Tự động hóa gặp phải trong quá trình học tập bởi đây là một mảng kiến thức trừu tượng, toàn bộ kiến thức cơ sở lý thuyết mang tính hàn lâm. Trường Đại học Công nghệ thông tin và truyền thông Thái Nguyên hiện nay đào tạo môn học liên quan đến kiến thức mảng truyền thông có tính học thuật cao nên chưa có nhiều các ứng dụng thực hành;

Trong sản xuất, hầu hết các hệ thống điều khiển giám sát và thu thập dữ liệu đều là các hệ thống với số lượng hàng trăm, hàng nghìn ngõ vào/ra thì một hệ thống mạng truyền thông đáp ứng tốt các yêu cầu làm việc trong lĩnh vực công nghiệp là một yêu cầu thiết yếu. Chính bởi tầm quan trọng của nó mà buộc sinh viên sau khi tốt nghiệp ra trường phải thành thạo các kỹ năng thực hành căn bản đối với một số hệ thống BUS tiêu biểu.

Mô hình truyền thông trong hệ thống cân bằng định lượng là mô hình được xây dựng nhằm trao đổi thông tin giữa 04 thiết bị điều khiển khả trình (PLC) S7-1200, máy tính (PC), và giao diện người máy (HMI). Toàn bộ đặc điểm của hệ thống mạng lớp dưới (lớp 1,2 theo mô hình tương tác truyền thông mở - OSI) giữ nguyên những đặc điểm của chuẩn

truyền thông Industrial Ethernet. Từ các lớp trên thực hiện truyền tin theo giao thức S7 communication, dựa trên S7 connection và hàm truyền thông tương ứng PUT/GET để thực hiện việc đọc và ghi dữ liệu giữa các PLC S7 theo cơ chế server – client.

Mô hình được xây dựng nên nhằm đáp ứng nhu cầu thực hành của sinh viên. Nhờ các thao tác trực tiếp trên mô hình thực, sinh viên có thể thành thạo các kỹ năng về ghép nối thiết bị, thiết lập thông số, cấu hình mạng, lập trình truyền thông hàm truyền/nhận dữ liệu PUT/GET trong hệ thống có 02 hay nhiều PLC S7-1200.

### CƠ SỞ KIẾN THỨC LÝ THUYẾT NỀN TẢNG PROFINET [6],[8]



**Hình 1.** Mô hình mạng cũ

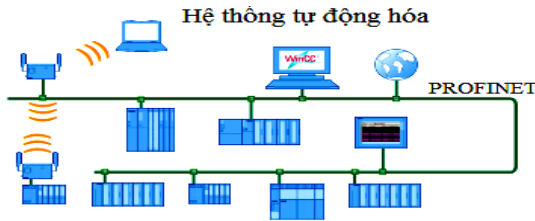
Mô hình cũ (Xem minh họa trên Hình 1) là sự kết hợp của hai hệ thống mạng truyền thông công nghiệp tiêu biểu: Ethernet và PROFIBUS. Ngày nay tổ chức PROFIBUS/PROFINET (PI) đã phát triển 1 chuẩn truyền thông đáp ứng yêu cầu chuyên

\* Tel: 0966 643949, Email: dtmai@ictu.edu.vn

biệt trong công nghiệp – PROFINET – là một chuẩn công nghiệp toàn diện dựa trên chuẩn PROFIBUS và Ethernet công nghiệp cho truyền thông mở, độc lập với các nhà cung cấp, đồng thời mang những ưu điểm của cả hai hệ thống BUS mạnh mẽ trên.

Ngoài ra PROFINET còn có thêm một số tính năng mới: chuẩn truyền thông mở; công cụ web; khả năng mở rộng...

Cấu trúc hệ thống sử dụng chuẩn mở rộng PROFINET được minh họa như trong Hình 2.



Hình 2. Mô hình mạng mới

**S7 communication (S7-1200) [3],[5]**

S7 communication là một giao thức độc quyền của Siemens, được sử dụng để truyền thông giữa các bộ logic khả trình dòng Siemens: lập trình PLC, trao đổi dữ liệu giữa các PLC, truy cập dữ liệu PLC từ hệ thống điều khiển, giám sát và thu thập dữ liệu từ xa (SCADA) và hệ thống chuẩn đoán.

Đặc tính của S7 communication:

- Mạng – giao diện người dùng độc lập: xử lý dựa trên giao thức PN/IE;
- Truyền thông thông qua giao diện tích hợp trên CPU hoặc qua các module truyền thông;
- Truyền thông thông qua kết nối cấu hình S7 (S7 connection);
- Khối hàm truyền thông: PUT (SFB15) / GET(SFB14);

**Bảng 1. Đối chiếu chức năng thực hiện các lớp giao thức với mô hình OSI**

Layer	OSI layer	Protocol
7	Ứng dụng	S7 communication
6	Biểu diễn	S7 communication
5	Phiên	S7 communication
4	Vận chuyển	ISO on TCP
3	Mạng	IP
2	Liên kết dữ liệu	Ethernet
1	Vật lý	Ethernet

Đối chiếu với Bảng 1, các lớp giao thức phía dưới được thực hiện dựa trên nền tảng của Industrial Ethernet. Các lớp giao thức phía trên được xử lý theo giao thức truyền thông S7.

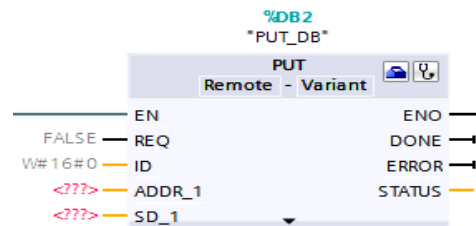
**S7 connection [5]**

S7 connection không cần phải được cấu hình trên cả CPU local và CPU partner bởi truyền thông S7 communication sử dụng hàm PUT/GET dựa trên cơ chế “server – client”.

**Hàm truyền thông PUT/GET [5],[7]**

Người dùng có thể sử dụng hàm PUT/GET để kết nối truyền thông, thực hiện truyền nhận dữ liệu giữa các CPU PLC S7.

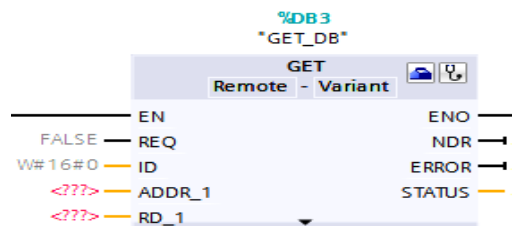
Hàm truyền dữ liệu PUT



Hình 3. Cấu trúc hàm PUT

Hàm PUT được sử dụng để ghi dữ liệu đến một hay nhiều remote PLC. Lệnh được thực hiện khi có xung điều khiển ngõ vào REQ.

Hàm nhận dữ liệu GET



Hình 4. Cấu trúc hàm GET

Hàm GET được sử dụng để đọc dữ liệu từ một hay nhiều remote PLC. Lệnh được thực hiện khi có xung điều khiển ngõ vào REQ.

Lưu ý khi sử dụng hàm PUT/GET

- Chức năng “Permit access with PUT/GET communication” trong PLC phải được kích hoạt. Chức năng này thông thường được kích hoạt tự động đối với các PLC có version thấp hơn V4.0;
- Khối truy cập trong PLC partner phải được tạo ra dưới dạng “Standard”;
- Việc truy cập vào các biến trong remote CPU được thực hiện thông qua địa chỉ tuyệt đối tại chân ADDR\_i;
- Đối với local PLC, có thể sử dụng địa chỉ tuyệt đối hoặc địa chỉ hình thức tại các chân RD\_i hoặc SD\_i;

- Khởi DB đi kèm với hàm PUT/GET sẽ tự động được tạo ra khi người dùng chèn hàm tương ứng;

- Tại một thời điểm chỉ có một yêu cầu (công việc) được thực hiện thông qua hàm PUT/GET. Hai hàm này được gọi một cách tuần hoàn. Công việc này chỉ được kích hoạt khi công việc trước đó đã hoàn thành.

**ỨNG DỤNG TRUYỀN THÔNG TRONG HỆ THỐNG CÂN BĂNG ĐỊNH LƯỢNG**

Mô hình hệ thống cân băng định lượng là mô hình mới được thiết kế, xây dựng và đưa vào chương trình đào tạo của Khoa Công nghệ Tự động hóa – trường Đại học Công nghệ thông tin và truyền thông Thái Nguyên.



**Hình 5.** Mô hình hệ thống

Trong mô hình (Theo dõi trong Hình 5 và Hình 7) chúng tôi xây dựng bao gồm 1 PLC trung tâm (Main) điều khiển hoạt động đồng bộ của hệ thống và 3 PLC đơn lẻ điều khiển hoạt động của từng dây chuyền cân băng định lượng riêng ứng với 3 vật liệu cân khác nhau.

**Mô hình truyền thông trong hệ thống[1]**

Hệ thống cân băng định lượng bao gồm 3 cấp chức năng chính: cấp giám sát, cấp điều khiển, cấp trường. Tương ứng với 2 cấp hệ thống mạng: cấp trường và cấp điều khiển.

- Đối với cấp trường: không sử dụng giao thức mạng truyền thông công nghiệp, mà thực hiện trao đổi thông tin trực tiếp thông qua tín hiệu số và tín hiệu tương tự.

- Đối với cấp điều khiển: sử dụng loại giao thức mạng mở PROFINET để truyền nhận dữ liệu giữa PLC – PLC (bus điều khiển) và PLC – HMI (bus hệ thống).

**Yêu cầu truyền thông trong hệ**

Thực hiện yêu cầu truyền nhận dữ liệu được thể hiện như trong Bảng 2&3.

**Bảng 2.** Tín hiệu/dữ liệu truyền từ PLC Main đến PLC riêng lẻ

stt	Tín hiệu / dữ liệu
1	Tín hiệu đồng bộ hoạt động toàn hệ thống
2	Tín hiệu reset hệ thống
3	Giá trị khối lượng đặt (M_setpoint)

**Bảng 3.** Tín hiệu/dữ liệu nhận về PLC Main từ PLC riêng lẻ

stt	Tín hiệu / dữ liệu
1	Giá trị khối lượng cân được tại từng thời điểm đối với từng loại vật liệu
2	Giá trị hiển thị đầu ra của Loadcell tại từng thời điểm
3	Tín hiệu kết thúc một chu ý hoạt động của từng PLC riêng lẻ

**Giải pháp thực hiện**

PLC S7-1200 có khả năng thích ứng truyền thông đối với nhiều chuẩn công nghiệp khác nhau: Ethernet, PROFIBUS, AS-I, truyền thông điểm - điểm,...

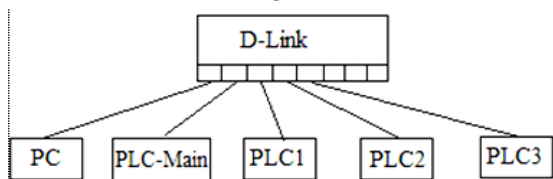
PROFINET là giải pháp truyền thông được lựa chọn bởi:

- Có sẵn 1 cổng mạng LAN;
- Cấp truyền thông dụng;
- Tốc độ truyền thông cao;
- Khả năng mở rộng mạng lớn;
- Giá thành hợp lý;
- Đáp ứng tính năng thời gian thực;
- Đơn giản trong lập trình.

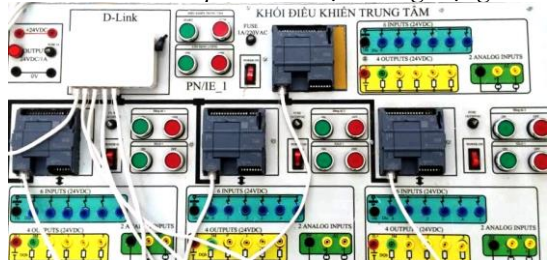
**Cách thức thực hiện**

*Ghép nối các thiết bị trong hệ thống mạng[4]*

Các thiết bị trong mạng được ghép nối với nhau thông qua Swich mạng D-Link DGS-1008D như mô tả trong Hình 6.



**Hình 6.** Ghép nối các trạm trong mạng



**Hình 7.** Hình ảnh ghép nối thực tế

Nhìn trong hình 7, các trạm trong hệ thống mạng bao gồm:

- 01 PLC S7-1211C DC/DC/DC (PLC Main)
- 03 PLC S7-1211C AC/DC/RLY (PLC riêng lẻ điều khiển 3 băng chuyền)
- Thiết bị thực hiện cấu hình và lập trình truyền thông: 01 máy tính cá nhân PC
- Thiết bị mạng ghép nối giữa các trạm: 01 D-Link DGS-1008D 8-port

**Cấu hình hệ thống**

Sau khi ghép nối, thực hiện cấu hình phần cứng, cấu hình mạng, đưa các trạm lên hệ thống mạng để chạy chương trình. Các bước tiến hành được thể hiện như trong thuật toán tại Hình 8.

**- Lập trình truyền thông [5]**

Theo như Hình 9 có thể nhận thấy PLC Main có liên hệ với các PLC riêng lẻ, từng PLC riêng lẻ không liên hệ trực tiếp với nhau. Sự đồng bộ hóa hoạt động của hệ được thực hiện thông qua tín hiệu đồng bộ phát ra từ PLC Main.

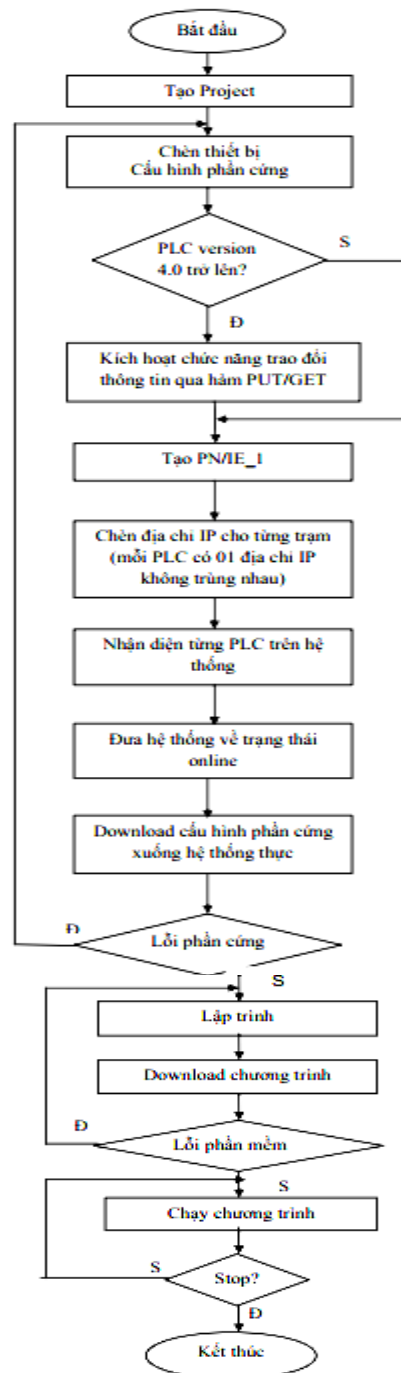
**Vai trò của từng PLC riêng lẻ:**

- Đọc và hiển thị giá trị khối lượng vật liệu trên băng chuyền tại từng thời điểm dựa trên tín hiệu thu thập được từ cảm biến Loadcell;
- Điều khiển tốc độ động cơ băng tải sử dụng biến tần ABB ACS150;
- Điều khiển hệ thống cân bằng định lượng cân theo tỷ lệ và khối lượng vật liệu đặt trước phù hợp với yêu cầu của từng quy trình công nghệ;

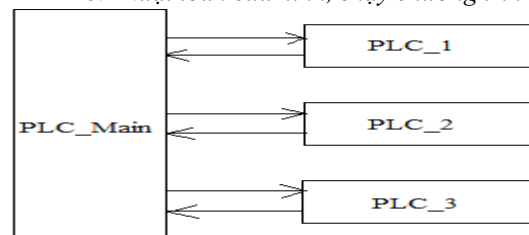
**Vai trò của PLC Main:**

- Tính toán giá trị đặt (M\_setpoint);
- Tạo sự hoạt động tuần hoàn của hàm PUT/GET;
- Lấy các giá trị dữ liệu tức thời cần thiết tại từng PLC riêng lẻ;
- Truyền các giá trị đặt, các tín hiệu điều khiển đến từng PLC riêng lẻ;
- Đồng bộ hóa hoạt động toàn hệ thống.

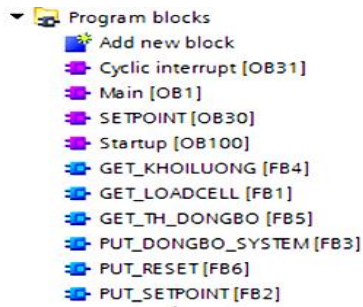
Truyền nhận dữ liệu thông qua hàm PUT/GET thực hiện theo cơ chế Server-Client, việc lập trình chỉ cần thực hiện tại 1 phía (PLC Main). Với mỗi PLC riêng lẻ chỉ cần một khối dữ liệu lưu trữ giá trị các biến nhận về từ PLC Main.



**Hình 8.** Thuật toán cấu hình, chạy chương trình



**Hình 9.** Sự tương tác giữa các PLC



**Hình 10.** Các khối lập trình trong PLC Main

Các khối lập trình trong PLC Main (Hình 10) có vai trò như sau:

- OB1: Khối hàm chính thực hiện chức năng điều khiển hoạt động đồng bộ hệ thống
- OB30: Tính toán giá trị đặt
- OB31: Gọi tuần hoàn hoạt động các hàm PUT/GET
- OB100: Khởi tạo trạng thái ban đầu hệ thống
- FB1: Nhận giá trị tức thời của Loadcell từ các PLC riêng lẻ
- FB2: Truyền giá trị đặt đến từng PLC riêng lẻ
- FB3: Truyền tín hiệu đồng bộ hoạt động hệ thống đến các PLC riêng lẻ
- FB4: Nhận giá trị khối lượng tức thời từ các PLC riêng lẻ
- FB5: Nhận tín hiệu kết thúc 1 chu kỳ hoạt động của từng PLC riêng lẻ
- FB6: Truyền tín hiệu reset hệ thống

NHAN.PLC.MAIN				
	Name	Data type	Offset	Start value
1	Static			
2	I_RECV	Array[0..7] of Bool	0.0	
3	TYLE_RECV	Int	2.0	0
4	M1-SETPOINT_RECV	Real	4.0	0.0
5	TINHIEU_DONGB...	Bool	8.0	false

**Hình 11.** Dữ liệu truyền từ PLC Main đến PLC1

NHAN.PLC.MAIN				
	Name	Data type	Offset	Start value
1	Static			
2	I_RECV	Array[0..7]...	0.0	
3	TYLE2_RECV	Int	2.0	0
4	M2-SETPOINT_RECV	Real	4.0	0.0
5	TINHIEU_DONGB...	Bool	8.0	false

**Hình 12.** Dữ liệu truyền từ PLC Main đến PLC2

NHAN.PLC.MAIN				
	Name	Data type	Offset	Start value
1	Static			
2	I_RECV	Array[0..7]...	0.0	
3	TYLE3_RECV	Int	2.0	0
4	M3-SETPOINT_RECV	Real	4.0	0.0
5	TINHIEU_DONGB...	Bool	8.0	false

**Hình 13.** Dữ liệu truyền từ PLC Main đến PLC3

Hình 11,12,13 thể hiện dữ liệu nhận được từ PLC Main lưu trữ trong các khối dữ liệu DB của PLC 1,2,3 tương ứng. Trong đó:

- + I\_RECV: Tín hiệu input (tín hiệu điều khiển từ PLC Main)
- + TYLE\_RECV: giá trị tỷ lệ khối lượng nguyên liệu cần
- + M<sub>i</sub>-SETPOINT\_RECV: giá trị đặt khối lượng từng nguyên liệu
- + TINHIEU\_DONGBO: tín hiệu đồng bộ hoạt động hệ thống

NHAN_TH_DONGBO				
	Name	Data type	Offset	Start value
1	Static			
2	DONGBO_PLC1_RECV	Bool	0.0	false
3	DONGBO_PLC2_RECV	Bool	0.1	false
4	DONGBO_PLC3_RECV	Bool	0.2	false

**Hình 14.** Tín hiệu đồng bộ nhận về PLC Main

Sau khi từng PLC riêng lẻ thực hiện xong một mẻ cân, tín hiệu đồng bộ được PLC Main lấy về thông qua hàm nhận GET và lưu trữ trong khối dữ liệu DB28 (Hình 14).

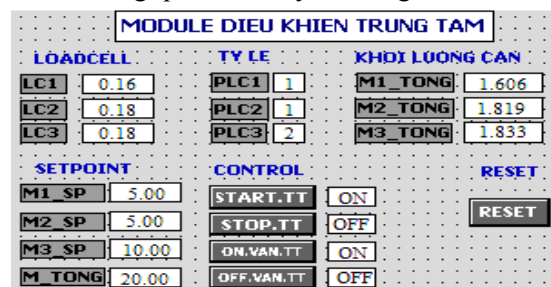
NHAN_M_PLC_RIENGL				
	Name	Data type	Offset	Start value
1	Static			
2	LOADCELL1_RECV	Real	0.0	0.0
3	M1_TONG_RECV	Real	4.0	0.0
4	LOADCELL2_RECV	Real	8.0	0.0
5	M2_TONG_RECV	Real	12.0	0.0
6	LOADCELL3_RECV	Real	16.0	0.0
7	M3_TONG_RECV	Real	20.0	0.0

**Hình 15.** Các giá trị cân tức thời nhận về PLC Main

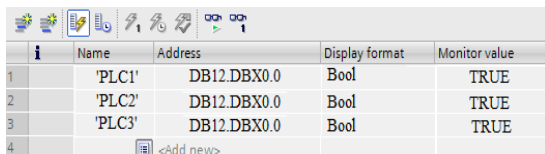
Các giá trị tức thời của loadcell và giá trị khối lượng tính toán từ các PLC riêng lẻ được PLC Main lấy về qua hàm GET và được lưu trữ trong khối DB10 (Hình 15).

**KẾT QUẢ**

Hoạt động của hệ thống được giám sát thông qua màn hình giao diện HMI (như trong Hình 16). Các biến trạng thái trong miền “CONTROL” được thu thập từ việc ghép nối trực tiếp từ PLC Main sang các PLC đơn lẻ. Toàn bộ các biến khác được thu thập về PLC Main thông qua hàm truyền thông PUT/GET.



**Hình 16.** Giám sát trên giao diện HMI



	Name	Address	Display format	Monitor value
1	'PLC1'	DB12.DBX0.0	Bool	TRUE
2	'PLC2'	DB12.DBX0.0	Bool	TRUE
3	'PLC3'	DB12.DBX0.0	Bool	TRUE
4	<Add new>			

**Hình 17.** Kết quả đồng bộ hóa hệ thống

Các tín hiệu đồng bộ có định dạng dữ liệu boolean, được lưu trữ tại khối dữ liệu DB12 tại từng PLC đơn lẻ. Trạng thái các tín hiệu đồng bộ đó được thu thập về PLC Main và hiển thị online tại miền “Monitor value” như trên Hình 17. Khi toàn bộ các PLC riêng lẻ thực hiện xong nhiệm vụ cân, các tín hiệu đồng bộ nhận được sẽ có giá trị logic 1. Từ đó, tín hiệu đồng bộ toàn hệ thống cũng chuyển giá trị logic lên 1, và tín hiệu này sẽ đẩy về các PLC riêng lẻ thông qua hàm truyền PUT, một chu kỳ cân mới được kích hoạt.

#### KẾT LUẬN

Vấn đề truyền thông trong bài báo được giải quyết đối với hệ thống sử dụng nhiều trạm PLC S7-1200 kết nối với nhau, làm việc dựa trên cơ chế server – client thông qua các hàm lập trình truyền thông của chính S7 communication.

Một số kết quả nghiên cứu về mạng truyền thông công nghiệp đạt được như sau:

- Hệ thống hóa kiến thức về truyền thông công nghiệp: kiến thức lý thuyết, ghép nối mạng, cấu hình truyền thông, lập trình truyền thông.

- Xây dựng thành công hệ thống truyền thông công nghiệp trong mô hình hệ thống cân bằng định lượng.

- Nâng cao chất lượng đào tạo sinh viên đáp ứng nhu cầu thực tế.

Trong tương lai chúng tôi dự kiến mở rộng nghiên cứu về mạng truyền thông công nghiệp dựa trên các chuẩn công nghiệp khác được ứng dụng rộng rãi hiện nay: CAN, PROFIBUS, MODBUS ... và sẽ sớm đưa ra các kết quả nghiên cứu lý thuyết cũng như ứng dụng thực nghiệm đến người đọc.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hoàng Minh Sơn (2001), *Mạng truyền thông trong công nghiệp*, Nxb KHKT.
2. Siemens (1998), *Industrial Communication network*, Siemens AG.
3. Siemens (2009), *SIMATIC S7 – 1200, Easy Book manual*, Siemens AG.
4. Siemens (2013), *CPU – CPU communication with SIMATIC controller*, Siemens AG.
5. Siemens (2012), *S7 communication with S7-1200 “PUT” and “GET”*, Siemens AG.
6. Siemens (2012), *PROFINET - Training document*, Siemens AG.
7. Siemens (2012), *SIMATIC S7-1200 Programmable controller*, Siemens AG.
8. Igor Petrovic, Mario Vinkovic (2014): *usage and advantages of Profinet communication protocol for industry*, Technical journal 8, pages 92-96.

#### SUMMARY

#### INDUSTIAL COMMUNICATION IN MODEL OF QUANTITATIVE BALANCING SYSTEM

**Do Thi Hien, Le Thi Thu Huyen, Dương Chính Cường, Đỗ Thị Mai\***

*University of Information and Communication Technology - TNU*

Industrial communication - this is very important area acknowledge for students in the field of automation. Nowadays, the process of training at many universities is faced with difficulty, because of lack of practical equipment. Quantitative weighing system is built for target creating a specific practical environment with a real object for students, which demonstrates the method of pairing the system, configuring the network, programming communication between multiple PLC S7-1200 is based on the extended standard PROFINET. The system is completed with allowable errors. The results are collected from the system via the PUT / GET communication functions, stored in the data blocks of each PLC and displayed on the human - machine interface HMI. Results of research have solved a difficult part for students, because of direct manipulation and visualization the operation of the real system.

**Keywords:** *industrial communication, PUT/GET function, S7 communication, communication programming, PROFINET*

**Ngày nhận bài:** 15/01/2018; **Ngày phản biện:** 04/3/2018; **Ngày duyệt đăng:** 05/3/2018

\* Tel: 0966 643949, Email: dtmai@ictu.edu.vn