

ĐIỀU KHIỂN ỔN ĐỊNH DÂY CHUYỀN HỆ THỐNG CÂN BẰNG ĐỊNH LƯỢNG

Hoàng Thị Thuong¹, Đỗ Thị Mai^{*1}, Nguyễn Thị Thanh Bình², Đỗ Thị Hiền¹

¹Trường Đại học Công nghệ thông tin và truyền thông Thái Nguyên – ĐH Thái Nguyên

²Đại học Thái Nguyên

TÓM TẮT

Mô hình hệ thống cân bằng định lượng được xây dựng nhằm đáp ứng chương trình đào tạo của Khoa và của Nhà trường theo hướng ứng dụng thực tiễn. Mỗi một phần kiến thức mới được khai thác là một phần hệ thống mới được xây dựng và đưa vào giảng dạy nhằm cung cấp cho sinh viên kiến thức và kỹ năng phù hợp và thiết yếu với chuyên ngành sau khi ra trường.

Điều khiển ổn định hệ thống cân bằng định lượng có thể được thực hiện thông qua nhiều phương pháp khác nhau. Nội dung bài báo trình bày phương pháp thực nghiệm kết hợp lựa chọn thiết bị điều khiển tự động tạo điều kiện thuận lợi hơn so với phương pháp lý thuyết thông thường, ngoài ra còn có thể đánh giá trực tiếp kết quả hệ điều khiển sau khi thử nghiệm. Vòng điều khiển có tính phân hồi (vòng kín), các thông số bộ điều khiển được tự động chỉnh định trong PLC. Truyền tin trong hệ thống được thực hiện thông qua hàm truyền thông USS. Kết quả điều khiển đảm bảo được yêu cầu sai số cho phép.

Từ khóa: cân bằng định lượng, HSC, PID, USS, encoder.

Ngày nhận bài: 24/01/2019; Ngày hoàn thiện: 25/02/2019; Ngày duyệt đăng: 28/02/2019

STABLE CONTROL IN THE MODEL OF QUANTITATIVE BALANCING SYSTEM

Hoang Thi Thuong¹, Do Thi Mai^{*1}, Nguyen Thi Thanh Binh², Do Thi Hien¹

¹TNU - University of Information and Communication Technology

²Thai Nguyen University

ABSTRACT

The model of quantitative weighing system was built to meet the training program of the Faculty and the University in the direction of practical application. Each newly learned and exploited knowledge leads to built a part of system with the aims to provide students essential knowledge and skills after graduation. The stability in control of quantitative weighing system can be done through many different methods.

The content of the article presents empirical method combined with the selection of automatic control equipment to create more favorable conditions than the conventional theoretical method, in addition we can directly assess the results of the following control system in the testing. The feedback loop (closed loop), the controller parameters are automatically calibrated in the PLC. System communication is done through the USS communication function. Control results are guaranteed to allow for errors.

Key words: quantitative balancing system, HSC, PID, USS, encoder.

Received: 24/01/2019; Revised: 25/02/2019; Approved: 28/02/2019

* Corresponding author: Tel: 0966 643949; Email: dtmai@ictu.edu.vn

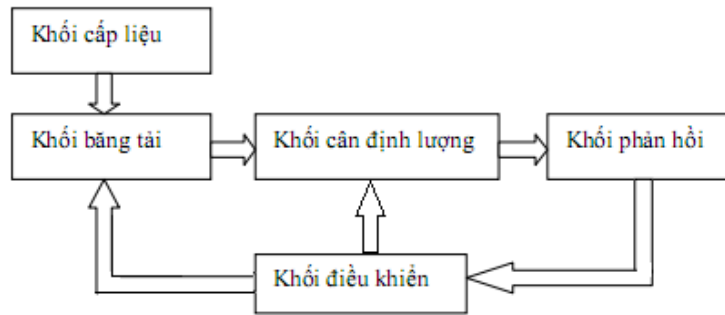
MỞ ĐẦU

Hệ thống cân bằng định lượng là một hệ thống có tính ứng dụng cao trong thực tiễn. Trên thế giới, hệ thống cân bằng định lượng là một phần không thể thiếu trong các dây chuyền sản xuất: sản xuất công nghiệp nặng, công nghiệp nhẹ, chế biến thực phẩm... Tại Việt Nam, các dây chuyền hệ thống cân bằng định lượng tự chế tạo hiện vẫn bó hẹp đối với một số hệ thống nhỏ lẻ. Đối với các hệ thống lớn, hiện đại, hầu hết các quy trình công nghệ đều được chuyển giao từ các quốc gia có nền công nghiệp hiện đại.

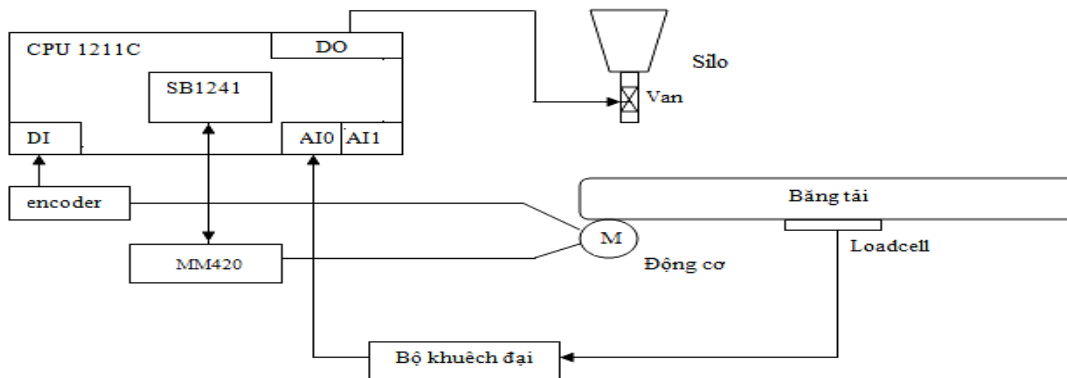
Hiện nay ứng dụng PLC trong hệ thống điều khiển tự động cân định lượng là xu hướng ứng dụng rộng rãi nhất. Thực hành trên mô hình hệ thống tạo điều kiện cho sinh viên có

cơ hội làm quen với cấu trúc điều khiển vòng hở, vòng kín, xây dựng hàm truyền hệ thống, xác định luật điều khiển theo phương pháp lý thuyết/thực nghiệm hoặc kết hợp cả hai phương pháp; truyền thông mạng LAN, PROFINET, USS,...; ghép nối, cấu hình hệ thống, trạng bị điện, lập trình thiết kế giao diện giám sát; mở rộng hệ thống xây dựng hệ SCADA hay DCS cỡ nhỏ... Như vậy để giải quyết được bài toán điều khiển ổn định hệ thống cân bằng đòi hỏi người kỹ sư cần có kiến thức sâu rộng về nhiều mảng, cho thấy vai trò của hệ thống trong đào tạo.

Mô hình hệ thống điều khiển được mô tả dưới dạng sơ đồ khối như trong hình 1 [1] và sơ đồ hệ thống sử dụng PLC như trong hình 2 [2], [3].

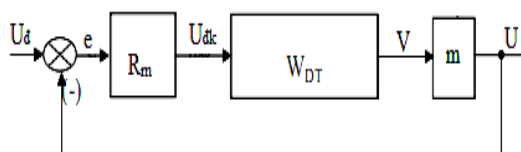


Hình 1. Sơ đồ khối hệ thống



Hình 2. Sơ đồ hệ thống ứng dụng PLC

Với sơ đồ cấu trúc hệ điều khiển thể hiện như trong hình 3.



Hình 3. Sơ đồ cấu trúc hệ điều khiển

Trong đó:

U_d : điện áp đặt

R_m : Bộ điều chỉnh khối lượng (Bộ điều khiển)

W_{DT} : Hệ thống cân bằng (đối tượng điều khiển)

V : vận tốc băng tải (m/h)

m : Khối lượng vật liệu trên băng tải (Kg/m)

U_{dk} : tín hiệu điều khiển

e : Sai lệch điều khiển

MÔ HÌNH HỆ CÂN BẰNG ĐỊNH LƯỢNG

Mô hình hệ thống cân bằng định lượng có sơ đồ được thể hiện như trong Hình 1, 2.

Bảng 1. Thiết bị trong hệ thống

STT	Tên thiết bị	Số lượng	Thông số kỹ thuật
1	PLC S7.1200	01	CPU 1211C AC/DC/RLY
2	CB 1241 (RS 485)	01	6ES7241-1CH30-1XB0
3	Biến tần MM420	01	Điện áp vào: 220VAC; P = 0,2 -1,1 KW
4	Động cơ KĐB 3 pha	01	$U_{dm}=200V$; $I_{dm}=2,1 A$; $f_{dm}=50Hz$; $n_{dm}=1410 v/p$; $P_{dm} = 0,7KW$; $p=2$
5	Loadcell	01	Dải đo: 0 – 100 kg; Điện áp: 2.0mv/v \pm 0.2mv/v Đầu ra: 5 dây
6	Bộ khuếch đại	01	Nguồn nuôi: 24VDC; Điện áp ra: 0 - 10VDC
7	Encoder	01	E6B2 – CWZ6C; Encoder 5 đầu dây Độ phân giải: 1000 xung/vòng
8	Van điện – khí nén ON/OFF	01	Nguồn: 24 VDC

Nguyên lý hoạt động

Loadcell gửi tín hiệu cân đo được tại từng thời điểm qua bộ khuếch đại đưa vào ngõ vào tương tự AI của PLC S7-1200. PLC xử lý tín hiệu cân, thực hiện chương trình theo thuật toán đã được lập trình trong bộ nhớ, tính tổng khối lượng cân, so sánh với khối lượng đặt, đưa ra tín hiệu điều khiển đóng mở van silo khi đủ khối lượng cân mong muốn trong điều kiện tốc độ động cơ chạy ổn định với tần số đặt trước bởi biến tần MM420 của Siemens. Encoder phản hồi thông tin về tốc độ động cơ đưa về PLC, mọi thông tin điều khiển giữa PLC với biến tần được thực hiện qua hàm USS (truyền thông RS485).

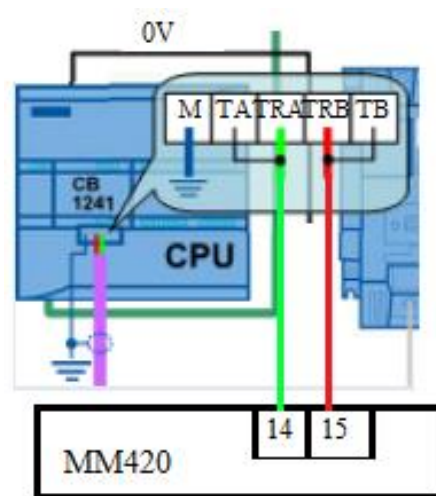
Đầu nối phần cứng [4]

Ghép nối PLC – Biến tần

Có nhiều phương thức ghép nối giữa PLC S7-1200 với biến tần tùy theo yêu cầu điều khiển, khả năng ghép nối truyền thông cũng như tình

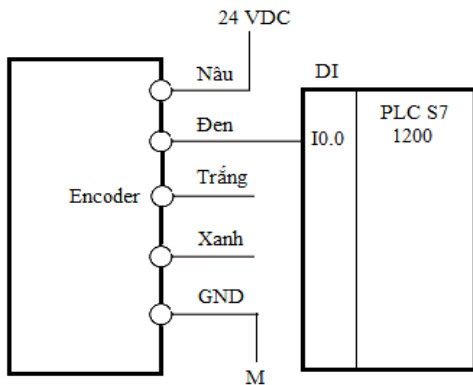
trạng thiết bị thực tế của hệ thống: thông qua vào/ra số; vào/ra tương tự; hoặc qua module truyền thông.

Ghép nối PLC S7-1200 với biến tần MM420 thông qua board truyền thông SB 1241.



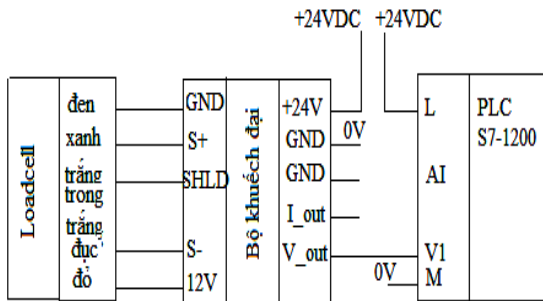
Hình 4. Sơ đồ ghép nối PLC S7.1200 – biến tần MM420

Ghép nối Encoder – PLC



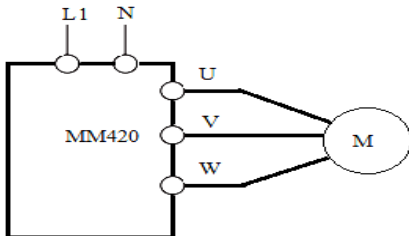
Hình 5. Sơ đồ đấu nối Encoder – PLC

Ghép nối Loadcell – PLC



Hình 6. Sơ đồ đấu nối Loadcell – PLC

Ghép nối biến tần – động cơ



Hình 7. Sơ đồ đấu nối biến tần – động cơ

ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG

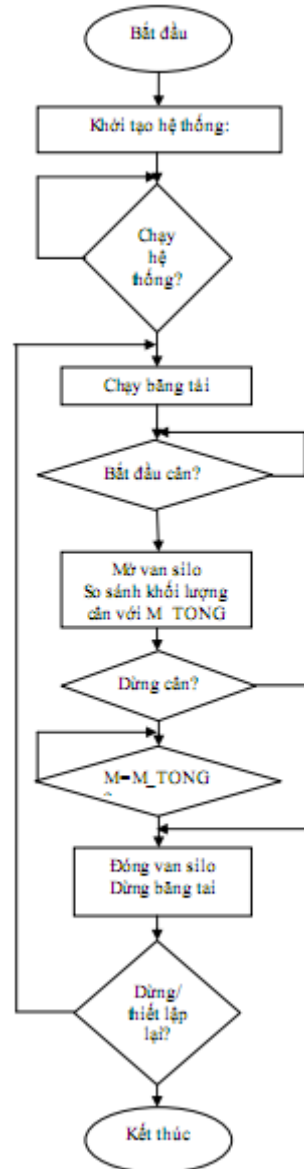
Bài toán được phân chia thành 02 nhiệm vụ điều khiển hỗ trợ cho nhau:

- Điều khiển ổn định tốc độ động cơ
- Điều khiển cân định lượng

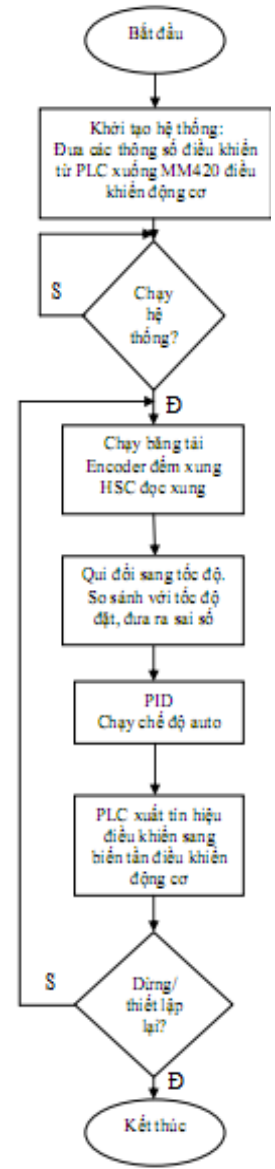
Thuật toán điều khiển được thể hiện như trong hình 8 và 9 [5], [6].

KẾT QUẢ

Hình ảnh mô hình hệ thống thực được thể hiện trong hình 10, 11, 12, 13, 14.



Hình 8. Điều khiển cân định lượng



Hình 9. Điều khiển ổn định tốc độ động cơ bằng tải



Hình 10. Encoder - động cơ



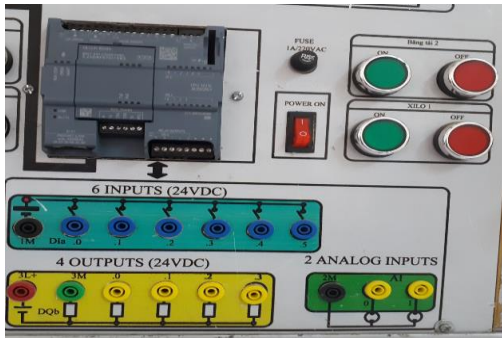
Hình 11. Loadcell gắn trên băng tải



Hình 12. Biến tần



Hình 13. Bộ khuếch đại



Hình 14. Bảng điều khiển

Điều khiển ổn tốc

Dữ liệu ban đầu [1]:

-Cài đặt biến tần điều khiển tốc độ động cơ ở tần số $f = 10\text{Hz}$.

-Thời gian chạy hết chiều dài băng tải ở tần số đó là 70s.

-Chiều dài băng tải: 2m.

-Vận tốc dài băng tải $v = 102,86 \text{ (m/h)}$

Sau khi chạy chương trình thu được kết quả như trong bảng 2, hình 15, hình 16.

Bảng 2. Bảng xung encoder thực tế (thời gian lấy mẫu 1s)

t	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄
xung	4732	4716	4720	4715
Δ	32	16	20	15
%	0,68	0,34	0,43	0,32

t	t ₅	t ₆	t ₇	t ₈	t ₉
xung	4679	4677	4683	4670	4728
Δ	21	23	17	30	28
%	0,45	0,49	0,36	0,64	0,59

t	t ₁₀	t ₁₁	t ₁₂	t ₁₃	t ₁₄
xung	4732	4738	4735	4726	4722
Δ	32	38	35	26	22
%	0,68	0,81	0,74	0,55	0,46

t	t ₁₅	t ₁₆	t ₁₇	t ₁₈	t ₁₉
xung	4681	4670	4668	4676	4681
Δ	19	30	32	24	19
%	0,40	0,64	0,68	0,51	0,40

Sai số trung bình trong điều khiển ổn tốc:

$\Delta = 0,54\%$

Đáp ứng vận tốc dài băng tải được thể hiện như trong Hình 15.

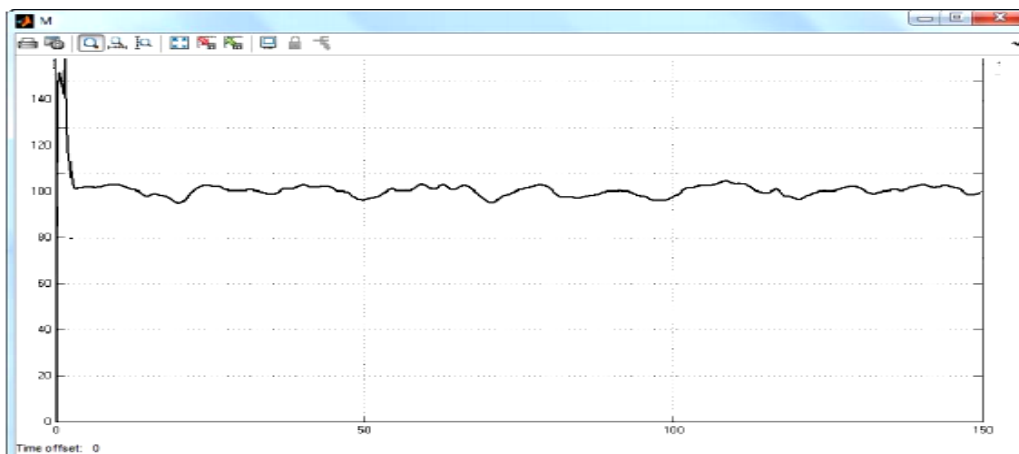
Đáp ứng khối lượng vật liệu trên băng tải được thể hiện trong Hình 16 ($M=1,763 \text{ Kg}$).

Kết quả điều khiển cân định lượng

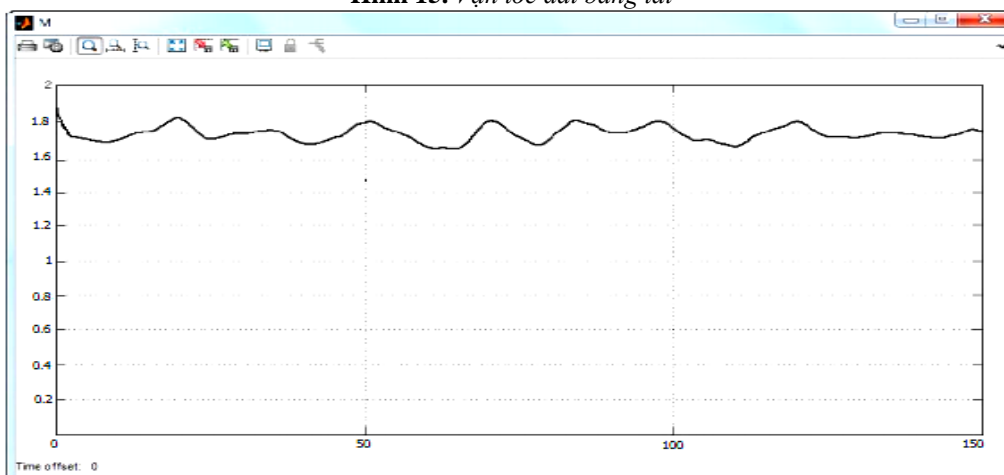
-Khối lượng trung bình trên băng tải: $m=1,763\text{Kg}$

-Hệ số hiệu chỉnh khối lượng: $k=3,32$

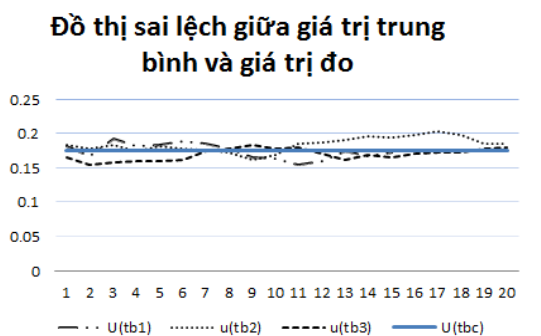
-Sai số chu kỳ tính toán: 0,1423%



Hình 15. Vận tốc dài bằng tải



Hình 16. Khối lượng trung bình vật liệu trên băng tải



Hình 17. Đồ thị sai lệch giá trị thực và giá trị đặt

Bảng 3. Sai số giá trị thực và giá trị đặt

Thời điểm lấy mẫu	Sai số đường lấy mẫu 1	Sai số đường lấy mẫu 2	Sai số đường lấy mẫu 3
t ₁	0,565042	0,818222	1,06257
t ₂	0,95406	0,131012	2,21997
t ₃	1,577772	0,782052	1,85828
t ₄	0,565042	0,23068	1,6051

Thời điểm lấy mẫu	Sai số đường lấy mẫu 1	Sai số đường lấy mẫu 2	Sai số đường lấy mẫu 3
t ₅	0,709712	0,565042	1,56893
t ₆	1,360762	0,239522	1,46043
t ₇	0,854392	0,01367	0,12217
t ₈	0,203352	0,37536	0,275692
t ₉	0,99023	1,42426	0,818222
t ₁₀	1,20724	0,77321	0,167182
t ₁₁	2,21997	0,854392	0,384192
t ₁₂	1,6051	1,143742	0,44769
t ₁₃	0,12217	1,396922	1,42426
t ₁₄	0,88172	1,975632	0,66471
t ₁₅	0,37536	1,794782	0,99023
t ₁₆		2,120302	0,48386
t ₁₇		2,735182	0,37536
t ₁₈		2,120302	0,33919
t ₁₉		0,962902	0,239522
t ₂₀		0,890562	0,384192
Δ _{tb}	0,946128	1,067388	0,844588

-Từ sai số thu được trong bảng 3, sai số trung bình của mô hình: $\Delta_{\text{tbnh}} = 0,95\%$

Tổng sai số: $\Delta = 0,14 + 0,95 + 0,54 = 1,63\%$

KẾT LUẬN

Một hệ thống thực khi đi vào hoạt động dưới tác động của nhiễu sinh ra sai số ảnh hưởng đến chất lượng của hệ thống. Có những sai số có thể loại trừ được, và có những sai số rất khó loại trừ. Mục tiêu điều khiển là giảm thiểu sai số đến mức thấp nhất có thể thông qua các phương pháp điều khiển cổ điển, hiện đại hoặc kết hợp nhiều phương pháp hác nhau. Sai số của hệ thống trong bài báo này đã được liệt kê tính toán đến bao gồm sai số trong xây dựng mô hình, sai số tính toán, sai số đường truyền, sai số tốc độ cộng cơ. Mặc dù chưa thể tối ưu hóa nhưng hệ thống đã có thể hoạt động với một sai số đáp ứng được yêu cầu. Khi đưa vào thực tiễn, tùy theo kinh nghiệm và điều kiện môi trường hoạt động cụ thể sẽ có các phương pháp giảm trừ sai số tích cực và hiệu quả hơn được áp dụng. Trong tương lai nhóm tác giả sẽ cố gắng tìm ra các

phương pháp tối ưu điều khiển hệ thống và đưa vào giảng dạy một cách cụ thể, trực quan.

Bài báo là kết quả của đề tài nghiên cứu khoa học cấp cơ sở Trường Đại học CNTT&TT Thái Nguyên mã số T2018-07-15 thực hiện năm 2018.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đỗ Thị Mai & Đtg (2017), “Giải quyết bài toán cân động trong mô hình hệ thống cân bằng định lượng”, *Tạp chí KH&CN Đại học Thái Nguyên*, 169(09), tr. 63-68.
2. Ashawini Bhiungade (2015), *Automation of conveyor using PLC*, Technical Research organization India.
3. Ganesh B.Shinde, Vishal P.Ghadage (2015), “PLC Based Auto Weighing Control Sysstem”, *International Journal of Engineering and Technical Reaseach*, Volumne-3, Issue-03, pp. 213-216, March 2015.
4. Siemens (2009), *Simatic S7-1200 easy book manual*. Siemen AG.
5. Siemens (2016), *Application examples for High-Speed Counter*, Siemen AG.
6. Addy Wahyudie, David Banjerdpongchai (2006), *Robust PID controller Design for Belt Conveyor System via Complex Polynomial Stablization*. The 6th Asian Control Conference, 28-21/7/2006.

