

GIẢI QUYẾT BÀI TOÁN CÂN ĐỒNG TRONG MÔ HÌNH HỆ THỐNG CÂN BẰNG ĐỊNH LƯỢNG

**Đỗ Thị Mai*, Dương Chính Cường
Vũ Thạch Dương, Đỗ Văn Chuyên**

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

TÓM TẮT

Xử lý tín hiệu tương tự là một phần kiến thức căn bản không thể thiếu trong các hệ thống điều khiển và tự động hóa, bởi vì thông tin trạng thái của quá trình điều khiển được phản ánh thông qua cảm biến có tín hiệu hoặc số, hoặc tương tự. Đây là một phần kiến thức nền tảng cơ bản và là yêu cầu bắt buộc đối với sinh viên ngành Công nghệ kỹ thuật điều khiển và tự động hóa khi tốt nghiệp. Trong bài báo này, phương pháp xử lý tín hiệu tương tự từ cảm biến trọng lượng (Loadcell) được đề xuất và ứng dụng trong mô hình hệ thống cân bằng định lượng tại phòng Thực hành Tự động hóa nâng cao-Trường ĐHCNTT&TT. Bài toán cân đồng đã được xây dựng và thử nghiệm trên hệ thống cân bằng định lượng có 03 băng tải, đại diện cho 03 nguyên liệu khác nhau. Quá trình thử nghiệm sử dụng phương pháp trích mẫu đo và đảm bảo sai số trong dải cho phép.

Từ khóa: cân bằng định lượng; xử lý tín hiệu tương tự; cân đồng.

ĐẶT VẤN ĐỀ

Ghép nối các thiết bị cấp trường với PLC và xử lý tín hiệu từ phản ánh trạng thái của đối tượng điều khiển là khâu quan trọng bậc nhất trong hệ thống điều khiển và giám sát. Như chúng ta biết, tín hiệu ngõ ra cảm biến được phân chia thành hai dạng cơ bản: tín hiệu số và tín hiệu tương tự. Đối với các tín hiệu tương tự, việc xử lý thông tin diễn ra phức tạp hơn nhiều so với vấn đề xử lý tín hiệu số. Đặc biệt, cần phải chú ý tín hiệu đầu ra cảm biến thuộc dạng chuẩn công nghiệp, hay chưa chuẩn công nghiệp, dạng áp hay dạng dòng để có thể ghép nối với PLC.

Một trong số các cảm biến tương tự sử dụng rất phổ biến hiện nay là Loadcell. Lĩnh vực ứng dụng của Loadcell chủ yếu trong các hệ thống cân nói chung và hệ thống cân bằng định lượng nói riêng.

Trên thế giới, hệ thống cân bằng định lượng đã và đang là một phần không thể thiếu trong các dây chuyền sản xuất tự động: khai khoáng, sản xuất xi măng, luyện kim, điều chế dược, chế biến thực phẩm...

Hiện nay ở nước ta, việc áp dụng hệ thống cân bằng định lượng vào trong sản xuất mới chỉ bó hẹp ở trong khâu tiếp liệu, trộn liệu ở

các nhà máy xi măng, các dây chuyền sản xuất gói xi măng tự động, trạm trộn bê tông tự động. Hầu hết quy trình công nghệ đều được chuyển giao từ các quốc gia có nền công nghiệp phát triển trên thế giới. Vai trò của kỹ sư ngành Tự động hóa là lắp ráp, bảo trì, bảo dưỡng, vận hành hệ thống.

Nhận thấy lĩnh vực ứng dụng rộng lớn và vai trò của xử lý tín hiệu tương tự trong hệ thống cân bằng định lượng trong thực tế sản xuất, nhóm nghiên cứu của Khoa Công nghệ Tự động hóa – Trường Đại học Công nghệ thông tin và truyền thông đã tiến hành nghiên cứu, thiết kế và chế tạo mô hình hệ thống cân bằng định lượng cho Phòng thực hành Tự động hóa nâng cao. Mục đích chính của việc xây dựng mô hình hệ thống cân bằng định lượng là để phục vụ cho công tác giảng dạy, nghiên cứu khoa học của giảng viên, học tập của sinh viên, và nâng cao năng lực thực hành giúp sinh viên có thể tiếp xúc với mô hình thực tế ngay khi còn ngồi trên ghế nhà trường. Đặc biệt, mô hình này được xây dựng với chi phí thấp và đã bổ sung thêm các trang thiết bị thực hành liên quan đến xử lý tín hiệu tương tự trong hệ thống điều khiển quá trình.

HỆ THỐNG CÂN BẰNG ĐỊNH LƯỢNG

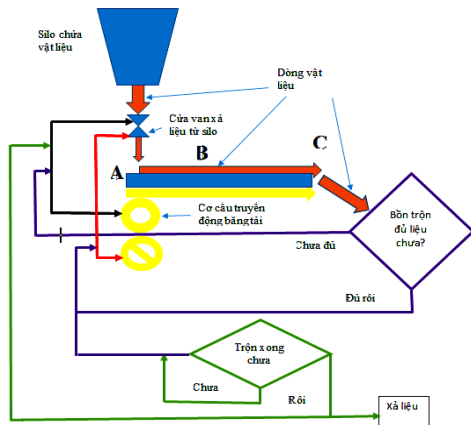
Cân định lượng là một khái niệm chỉ việc sử dụng các phương pháp đo lường và xử lý kết quả đo nhằm xác định chính xác khối lượng

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

của một đối tượng hoặc một nhóm đối tượng cùng bản chất khối lượng. Tùy theo tính chất chuyển động của đối tượng cần xác định khối lượng trong quá trình cân mà bài toán cân bằng định lượng chia ra thành “cân động” và “cân tĩnh”.

Trong mô hình hệ thống được nhóm tác giả xây dựng, bài toán cân bằng định lượng được đưa ra giải quyết là bài toán cân động liên tục.

Bài toán cân động được mô tả như trên Hình 1.



Hình 1. Sơ đồ mô hình hệ thống và thuật toán

Nguyên lý hoạt động (Xem minh họa trên Hình 1): quá trình cân động phải đảm bảo tính liên tục của dòng chảy vật liệu khi mẻ thứ 1 định lượng xong, thì ngay lập tức van tiếp liệu silo đóng lại, băng tải cân sẽ dừng lại để chuyển sang bước trộn liệu. Mẻ tiếp theo sẽ được tiến hành cân ngay sau khi trộn liệu xong. Quá trình hoạt động lặp lại cho đến khi nhấn dừng hệ thống.

Như vậy, khi bắt đầu mẻ thứ 2 sẽ tồn tại một khối lượng nguyên liệu trên băng tải. Khối lượng nguyên liệu này thực chất là thuộc mẻ thứ 1, nhưng do việc tắt truyền động băng tải đồng thời với việc khóa van tiếp liệu silo nên số lượng nguyên liệu ΔP này chưa đổ vào thùng trộn. Mẻ thứ 1 sẽ bị thiếu hụt một lượng ΔP nhưng từ mẻ thứ 2 khối lượng nguyên liệu tổng sẽ được bù một lượng ΔP từ mẻ 1... như vậy hệ thống sẽ hoạt động ổn định từ mẻ thứ 2.

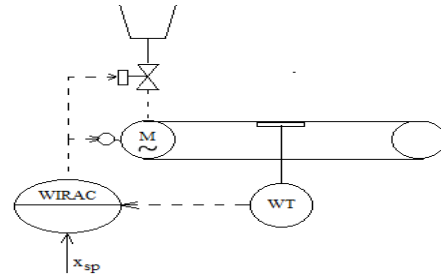
Sơ đồ điều khiển vòng đơn thuần túy được mô tả như trên Hình 2 [5].

Các ký hiệu sử dụng trong bài báo bao gồm:

W: Trọng lượng (weight); I: Hiển thị (Indication)

R: Ghi chép (Record); A: Báo động (Alarm)

C: Điều khiển (Control); T: Truyền, phát (Transmit)



Hình 2. Sơ đồ điều khiển quá trình

Các bước tiến hành:

Các nội dung tiến hành như sau:

Nội dung 1: Thiết kế và thi công hệ thống truyền động cơ khí trên cơ sở mô hình hóa hệ thống cân bằng định lượng [6];

Nội dung 2: Thiết kế và lắp đặt hệ thống điện, hệ thống điều khiển;

Nội dung 3: Lập trình điều khiển hệ thống;

Nội dung 4: Hoàn thiện và test hệ thống.

Bài báo này tập trung trình bày vấn đề xử lý tín hiệu tương tự trong PLC S7-1200, đồng thời đưa ra một phương pháp giải quyết bài toán cân động có thể ứng dụng làm tài liệu học tập của sinh viên cũng như ứng dụng thực tế với sai số nằm trong giới hạn cho phép.

Bài toán yêu cầu đối với xử lý tín hiệu tương tự

- Hiển thị giá trị khối lượng vật liệu thực tế cân được tại mọi thời điểm

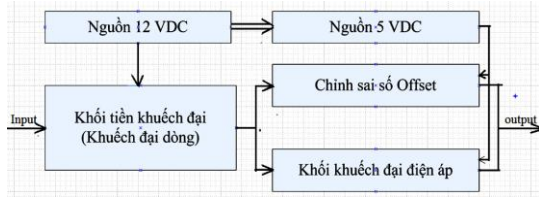
Thiết bị sử dụng:

- Loadcell với tín hiệu ngõ ra là tín hiệu tương tự dạng điện áp từ 0 – 3 mV. Dải cân của Loadcell là từ 0 – 100 Kg;

- PLC S7-1200: sử dụng module CPU 1211C DC/DC/DC, có tích hợp sẵn 14DI/10DO; 2 ngõ vào tương tự;

- Bộ khuếch đại, đưa tín hiệu đầu ra Loadcell về dạng chuẩn công nghiệp (0-10V), để tín hiệu tiếp tục được xử lý trong module AI của PLC S7-1200;

Mạch khuếch đại do chính nhóm tác giả nghiên cứu và thiết kế được hình dung dưới dạng sơ đồ khối như mô tả trên Hình 3.



Hình 3. Sơ đồ khối bộ khuếch đại

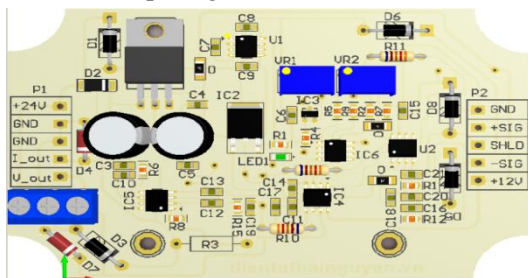
+ Phần nguồn: cung cấp nguồn 12V, +/-5V cho các linh kiện trong mạch cũng như cho loadcell.

+ Phần tiền khuếch đại: tín hiệu đầu ra của loadcell (Sig+ và Sig-) được khuếch đại vì sai qua IC chuyên dụng AD620, sau đó tín hiệu đầu ra của IC chuyên dụng này được chia thành hai nhánh để đưa vào hai bộ khuếch đại dòng và khuếch đại áp.

+ Phần khuếch đại áp, dòng điện: sử dụng IC LM358

+ Phần tinh chỉnh sai số lệch: chỉnh sai số lệch (offset) của loadcell “về điểm không” trước khi vận hành hệ thống.

Vị trí lắp đặt toàn bộ các linh kiện điện tử trên mạch khuếch đại sau khi thiết kế trên bản vẽ cơ sở đồ mô phỏng như trên Hình 4.



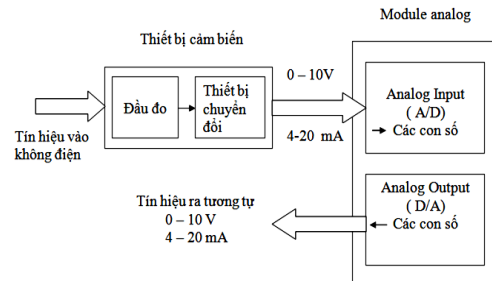
Hình 4. Mô phỏng 3D của mạch khuếch đại sau thiết kế

XỬ LÝ TÍN HIỆU TƯƠNG TỰ TRONG PLC S7-1200

Để xử lý tín hiệu tương tự trên PLC, chúng ta cần xác định:

- Loại cảm biến đấu nối với PLC (cảm biến số/cảm biến tương tự;
- Dạng tín hiệu đầu ra cảm biến (dạng dòng điện/ điện áp; mức tín hiệu chuẩn công nghiệp/hay không chuẩn công nghiệp)
- Module tín hiệu của PLC ghép nối với cảm biến tương ứng
- Các chân tín hiệu ngõ ra cảm biến (cảm biến 2/3/4/5 dây; cách thức đấu nối với module tín hiệu của PLC tương ứng)

Nguyên lý chung cho việc ghép nối và chuyển đổi tín hiệu giữa cảm biến tương tự và module AI của PLC được thể hiện như trên Hình 5.

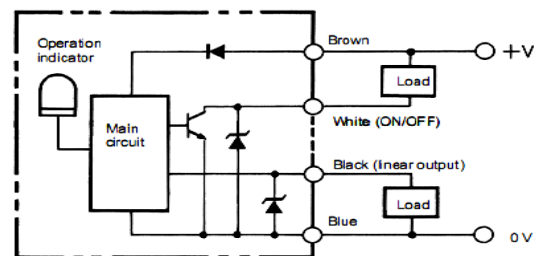


Hình 5. Sơ đồ khối chức năng cảm biến và module analog

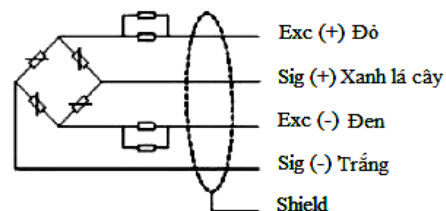
Tùy vào loại module xử lý tín hiệu tương tự AI của PLC và loại cảm biến sử dụng mà ta có các giá trị chuyển đổi integer khác nhau. Đối với PLC S7-1200, giá trị chuyển đổi có được như trong bảng 1.

Bảng 1. Định dạng dữ liệu đầu vào/ra và giá trị chuyển đổi trong PLC

Định dạng dữ liệu	Giá trị chuyển đổi
Kiểu tín hiệu đối xứng	-27648 đến 27648
Kiểu dữ liệu bất đối xứng	0 đến 27648



Hình 6. Sơ đồ mạch ngõ vào tương tự kết nối với ngõ ra điện áp



Hình 7. Sơ đồ mạch Loadcell

- Hàm xử lý tín hiệu tương tự trong PLC S7-1200 [2]

Bởi cảm biến sử dụng là unbipolar sensor. Do vậy tín hiệu được xử lý trong AI là đơn cực; tín hiệu dạng điện áp khi đi vào module analog của PLC sẽ được chuyển đổi thành dữ

liệu dạng integer có dải giá trị nằm từ 0 – 27648. Qua hai hàm xử lý tín hiệu tương tự của PLC S7-1200 là hàm `NORM_X` và hàm `SCALE_X`, chuyển đổi số nguyên integer đo thành giá trị điện áp đầu vào AI tương ứng. Toàn bộ phần xử lý tín hiệu tương tự được đặt trong một khối FC1.

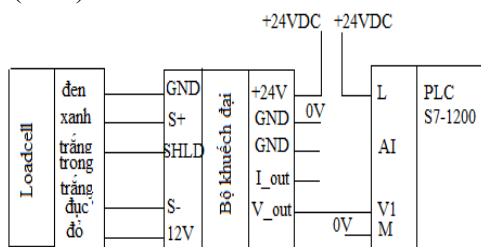
- Các bước tiến hành xử lý tín hiệu tương tự trong chương trình của PLC S7-1200 [1]

- + Tạo Project
- + Chèn thiết bị phần cứng
- + Cấu hình phần cứng
- + Cấu hình địa chỉ mạng
- + Cấu hình ngõ vào tương tự
- + Xác định địa chỉ ngõ vào tương tự được sử dụng
- + Xác định địa chỉ nhận dạng phần cứng của ngõ vào tương tự
- + Download hardware xuống hệ thống thực để nhận dạng phần cứng
- + Lập trình xử lý tín hiệu tương tự
- + Go online
- + Download chương trình (software)
- + Chạy chương trình

ỨNG DỤNG

Bước 1: Ghép nối thiết bị

Thông qua các sơ đồ mạch tại Hình 6,7, cùng với nguyên tắc ghép nối các thiết bị điện, điện tử, ta có được sơ đồ ghép nối thiết bị cảm biến – mạch khuếch đại – ngõ vào tương tự AI (PLC) như trên Hình 8.



Hình 8. Sơ đồ đấu nối

Bước 2: Cân chỉnh giá trị Gain và Offset của bộ khuếch đại

Bước 3: Mô hình hóa đối tượng [4]

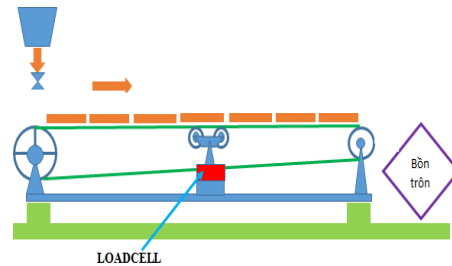
-Thu thập dữ liệu

Bài toán cân động được giải quyết thông qua phương pháp định lượng thực nghiệm; sử dụng phương pháp đo gián tiếp (giá trị đầu ra

của loadcell là giá trị điện áp tương ứng với giá trị khối lượng vật liệu trên băng chuyền).

Để giải quyết bài toán cân động, nhóm tác giả đã sử dụng vật mẫu. Vật mẫu là vật rắn, hình khối chữ nhật, mật độ khối lượng dần đều theo thể tích. Tổng khối lượng vật mẫu $M_{\text{mẫu}} = 5,873 \text{ kg}$ (bao gồm các vật mẫu nhỏ có khối lượng 655g; 770g; 695g; 710g; 765g; 780g; 760g).

Chiều dài băng tải $L=2\text{m}$; vật mẫu được trải đều trên chiều dài băng tải như trên Hình 9.



Hình 9. Sơ đồ biểu thị phân bố vật mẫu trên băng chuyền

Chiều chuyển động theo chiều mũi tên. Vị trí Loadcell đặt tại giữa băng tải. Phương pháp xử lý tín hiệu đo là phương pháp trích mẫu đo.

Tiến hành lấy mẫu 3 lần, mỗi lần từ 15-20 điểm đo với chu kỳ lấy mẫu khác nhau, tín hiệu đầu ra của Loadcell là giá trị điện áp tương ứng với khối lượng vật liệu trên toàn bộ chiều dài băng tải. Cần chú ý rằng, giá trị khối lượng vật liệu trên băng chuyền được tính toán hoàn toàn dựa vào các giá trị thực nghiệm thống kê trung bình, không điều khiển ổn định tốc độ động cơ, không điều khiển đóng mở analog đối với van silo. Thời gian lấy mẫu tính theo ms; tín hiệu điện áp đầu ra Loadcell có đơn vị là mV. Sau khi qua bộ khuếch đại, đưa vào xử lý qua module AI của PLC S7-1200, số liệu về giá trị điện áp (V) thu được tại đầu vào module AI của PLC tương ứng với từng khoảng thời gian lấy mẫu khác nhau được trình bày như trong bảng 1, 2, 3.

Dữ liệu trong Bảng 1, 2, 3 thể hiện giá trị điện áp tức thời mà loadcell đo được tại từng thời điểm. Từ bảng dữ liệu thực nghiệm có thể thấy được giá trị điện áp nhỏ nhất $V_{\text{min}} = 0,1540799 \text{ (V)}$, giá trị điện áp lớn nhất $V_{\text{max}} = 0,1976314 \text{ (V)}$, tương ứng với khối lượng vật liệu dao động trong khoảng từ 1,540799 kg đến 1,976314kg.

Bảng 1. Giá trị điện áp thu được tương ứng thời gian lấy mẫu $\Delta t = 500$ ms

t_i	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8
U(t)	0,18193	0,1920573	0,166739	0,18193	0,1833767	0,1898872	0,1848235	0,1783131
t_i	t_9	t_{10}	t_{11}	t_{12}	t_{13}	t_{14}	t_{15}	
U(t)	0,1663773	0,18193	0,1920573	0,166739	0,18193	0,1833767	0,1898872	

Bảng 2. Giá trị điện áp thu được tương ứng thời gian lấy mẫu $\Delta t = 200$ ms

t_i	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8
U(t)	0,1844618	0,1775897	0,1841001	0,1739728	0,18193	0,1786748	0,1761429	0,172526
t_i	t_9	t_{10}	t_{11}	t_{12}	t_{13}	t_{14}	t_{15}	
U(t)	0,162037	0,1685475	0,1848235	0,187717	0,1902488	0,1910359	0,1912274	
t_i	t_{15}	t_{16}	t_{17}	t_{18}	t_{19}	t_{20}		
U(t)	0,1942274	0,1944826	0,1976314	0,1904826	0,1859086	0,1851852		

Bảng 3. Giá trị điện áp thu được tương ứng thời gian lấy mẫu $\Delta t = 100$ ms

t_i	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	
U(t)	0,1656539	0,1540799	0,1576968	0,1602286	0,1605903	0,1616753	0,1750579	
t_i	t_8	t_9	t_{10}	t_{11}	t_{12}	t_{13}	t_{14}	
U(t)	0,1790365	0,1844618	0,1779514	0,1801215	0,1718027	0,162037	0,1696325	
t_i	t_{15}	t_{16}	t_{17}	t_{18}	t_{19}	t_{20}		
U(t)	0,1663773	0,171441	0,172526	0,1728877	0,1786748	0,1801215		

Giá trị trung bình điện áp tính toán đối với từng khoảng lấy mẫu riêng biệt được thể hiện như trong bảng 4.

Bảng 4. Giá trị điện áp trung bình

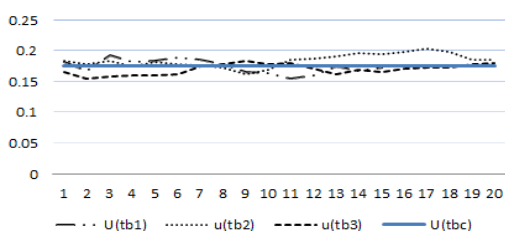
Δt	500 ms	200 ms	100 ms
U_{tb}	0,1746	0,184136	0,170103

Giá trị điện áp trung bình đối với toàn bộ các điểm đo thu được:

$$U_{tb_out} = 0,17627958 \text{ (V)}$$

Phân tích dữ liệu và đánh giá mô hình đối tượng

Đồ thị sai số giữa giá trị đo và giá trị trung bình

Đồ thị sai lệch giữa giá trị trung bình và giá trị đo**Hình 10.** Đồ thị sai lệch giữa giá trị trung bình và giá trị đo

Từ bảng dữ liệu thực nghiệm (Bảng 1,2,3) và đồ thị sai lệch giữa giá trị đo trung bình với giá trị đo thực tế (Hình 10) $\Rightarrow$ giá trị sai số lớn nhất thu được: $\Delta = 2,22\%$.

Mô hình toán học về giá trị trung bình khối lượng vật liệu trên băng chuyền là tương thích, đáp ứng yêu cầu.

Tín hiệu đầu ra của Loadcell đi vào bộ khuếch đại. Tín hiệu từ bộ khuếch đại đi vào module analog của PLC S7-1200 có dải điện áp từ (0-10)V.

Bước 4: Tính toán giá trị khối lượng vật liệu cân được theo thời gian

Khối FC1 được gọi ra trong khối “cyclic interrupt”- OB30 thực hiện tuần hoàn với chu kỳ $\Delta t = 100\text{ms}$ [3].

Bởi khối lượng cân được bởi Loadcell tại thời điểm bất kỳ chính là giá trị khối lượng nguyên liệu trên toàn bộ chiều dài ($L=2\text{m}$) băng tải.

Theo thực nghiệm ta có:

-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.

-Giá trị điện áp ra trung bình $U_{tb_out} = 0,17627958 \text{ (V)}$, tức tương đương với $M_L = 1,7627958 \text{ Kg}$. Mà khối lượng thực tế vật liệu trên băng tải là $M_{\text{mau}} = 5,873 \text{ kg} \Rightarrow$ hệ số điều chỉnh:

$$k = M_{\text{mau}}/M_{\text{L}} = 3,32$$

=> Khối lượng tính theo một chu kỳ thực hiện của khối OB30:

$$m1_chuky = 8,36.10^{-3}$$

Tổng khối lượng vật liệu thu được tại thời điểm bất kỳ. $M1_TONG$ là giá trị cộng dồn khối lượng vật liệu trên băng chuyền sau mỗi chu kỳ thực hiện khối OB30. Khối OB30 được gọi thực hiện trong khối OB1.

$$M1_TONG = M1_TONG + m1_chuky$$

Bởi khối lượng $M1_TONG$ thu được tại mọi thời điểm không thể chính xác bằng với khối lượng cần cân mà phải có một sai số có thể chấp nhận được. Bởi vậy ta cần tìm giới hạn trên và giới hạn dưới cho $M1_TONG$. Khối OB30 xử lý theo chu kỳ 100ms, bởi vậy:

- Giới hạn dưới $Limit_L = M_setpoint - m1_chuky$

$$\Rightarrow Limit_L = 5,873 - 8,36.10^{-3} = 5,86464 \text{ (kg)}$$

- Giới hạn trên $Limit_H = M_setpoint + m1_chuky$

$$\Rightarrow Limit_H = 5,873 + 8,36.10^{-3} = 5,88136 \text{ (kg)}$$

=> sai số tương đối nhận được:

$$e = (8,36.10^{-3}/5,873)*100 = 0,1423\%$$

=> Tổng sai số tương đối nhận được:

$$\Delta = 0,1423 + 2,22 = 2,3423 \%$$

Như vậy $\Delta < 5\%$, nằm trong giới hạn cho phép.

KẾT LUẬN

SUMMARY

SOLVING DYNAMIC BALANCING TASK IN THE MODEL OF QUANTITATIVE BALANCING SYSTEM

Trong bài báo này, nhóm tác giả đã trình bày một phương pháp giải quyết bài toán cân định lượng sử dụng phương pháp trích mẫu đo. Ở đây chúng tôi lấy mẫu với 3 chu kỳ trích mẫu khác nhau, mỗi chu kỳ trích mẫu lấy từ 15 đến 20 điểm. Đây là một dạng của phương pháp xác suất thống kê. Đối với phương pháp này, số lần lấy mẫu càng nhiều, thì giá trị kết quả trung bình đưa ra càng chính xác. Trong bài viết tới, chúng tôi sẽ đưa ra một đánh giá cụ thể hơn nữa về mô hình toán học mà mình xây dựng, bao gồm có đánh giá sai số sâu, loại bỏ sai số sâu, xây dựng hàm phân phối, và đánh giá lại tính tương thích của mô hình toán học sau khi loại bỏ sai số sâu, thực hiện điều khiển tương tự với van silo cấp liệu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Siemens (11/2009), *Simatic S7-1200 easy book manual*. Siemen AG
2. Siemens (02/2002), *Training document, Module B2 Analog value processing*, Siemen AG.
3. Siemens (02/2002), *Training document, Module B4 Data blocks*. Siemen AG.
4. В. В. Кафаров (1971), *Методы кибернетики в химии и химической технологии*. М., «Химия».
5. Hoàng Minh Sơn (2009), *Điều khiển quá trình*. NXB Bách khoa Hà Nội.
6. S.Aleksandrovic; M.Jovic, *Conveyor belt scale realization using the microcontroller*. T&L 07/04
7. Ashawini Bhiungade (2015), *Automation of conveyor using PLC*, Technical Research organization India.

**Do Thi Mai*, Duong Chinh Cuong
Vu Thach Duong, Do Van Chuyen**

University of Information and Communication Technology - TNU

Analog signal processing is an essential requirement knowledge for the students of automation control engineering. The status of automation control system is always reflected by digital or analog sensors. Therefore, it is necessary to process the analog or digital signal in the practical control system. This paper presents the analog signal processing method of loadcell using in the quantitative balancing system of Automation Laboratory – Thai Nguyen university of Information and Communication Technology. Practical test on the weighing system including three materials is carried out to check the validity of the proposed method.

Keywords: *quantitative balancing system, analog signal processing, dynamic weighing.*

Ngày nhận bài: 01/3/2017; **Ngày phản biện:** 11/4/2017; **Ngày duyệt đăng:** 30/9/2017

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