

ĐO LƯỜNG VÀ ĐIỀU KHIỂN TỦ SẤY SỬ DỤNG LABVIEW MEASUREMENT AND CONTROLS DRYER BY LABVIEW

Nguyễn Thành Luân, Lê Thị Hồng Nhung, Lại Hoài Nam
Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM, Việt Nam

Ngày toà soạn nhận bài 28/4/2020, ngày phản biện đánh giá 18/5/2020, ngày chấp nhận đăng 01/6/2020.

TÓM TẮT

Bài báo giới thiệu việc xây dựng bộ đo lường và điều khiển tủ sấy sử dụng Labview kết hợp bộ thu thập dữ liệu NI-8006 nhằm giải quyết khó khăn ở khâu xác định độ ẩm vật liệu trong quá trình sấy. Kết quả cho thấy bộ đo lường thu thập dữ liệu về nhiệt độ tác nhân sấy, độ ẩm tác nhân sấy và độ ẩm vật liệu sấy có độ chính xác cao, phù hợp với kết quả đo các thiết bị kiểm chứng. Các dữ liệu thu thập được đồ thị hóa theo thời gian thực trên máy tính, thuận lợi trong việc theo dõi và xử lý các số liệu sau khi thu thập. Thiết bị điều khiển trực quan, tự động hóa tủ sấy đúng yêu cầu, có thể ứng dụng vào thực nghiệm quá trình sấy hoặc chế tạo các máy sấy, tủ sấy dùng để thí nghiệm.

Từ khóa: Labview; NI-8006; cảm biến nhiệt độ; cảm biến độ ẩm; cảm biến khối lượng.

ABSTRACT

The article introduces the measuring and controls dryer using Labview combined with NI-8006 data collection to solve the problem in determining the moisture content of materials in process drying. The results show that the measurement set collects data: the temperature of the drying agent, the humidity of the drying agent and the moisture content of materials with high accuracy, there is good agreement with the results of the test equipment. The collected data is graphed in real time on a computer, advantage in tracking and processing of data after collection. The device have an intuitive interface which can apply on experimental drying process or manufacture dryers use for experiment.

Keywords: Labview; NI-8006; temperature sensor; humidity sensor; loadcell.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việc đo lường và điều khiển máy sấy có vai trò quan trọng trong nghiên cứu và sản xuất; giúp tiết kiệm thời gian, giảm sức lao động, giảm tiêu hao năng lượng và tối ưu hóa chế độ sấy để nâng cao chất lượng sản phẩm. Do đó, có nhiều nghiên cứu về đo lường và kiểm soát chế độ sấy trên các máy sấy đơn cử như: Tác giả Li và cộng tác viên (ctv) [1] nghiên cứu đo lường và kiểm soát chế độ sấy cà rốt trên máy sấy vi sóng sử dụng bộ thu thập dữ liệu PCI-6014 và phần mềm Labview. Kết quả nghiên cứu cho thấy thiết bị kiểm soát tốt chế độ sấy cà rốt, thời gian sấy và tiêu hao năng lượng giảm, chất lượng sản phẩm sấy được nâng cao. Tác giả Martynenko [2] nghiên cứu ứng dụng bộ đo

lượng và giám sát buồng sấy thông qua dữ liệu hình ảnh bằng cách sử dụng camera, phần mềm Labview và IMAQTM. Nghiên cứu chỉ ra rằng các dữ liệu hình ảnh thu từ bộ đo lường trực quan, thiết bị kiểm soát tốt nhiệt độ, độ ẩm và độ co ngót vật liệu trong quá trình sấy. Tác giả Gaceu [3] nghiên cứu ứng dụng bộ đo lường và giám sát máy sấy ngũ cốc sử dụng bộ điều khiển PID kết hợp phần mềm Labview để xây dựng mô hình toán học dự đoán đường cong sấy theo các biến khi vận hành. Kết quả nghiên cứu cho thấy bộ đo lường và giám sát có khả năng kiểm soát và tối ưu hóa tốt chế độ sấy. Tác giả Stawczyk và ctv [4] nghiên cứu điều khiển máy sấy xúc xích sử dụng cảm biến bức xạ hồng ngoại gần (NIR), bộ thu thập dữ liệu NI và phần mềm Labview. Các tác giả

kết luận bộ điều khiển kiểm soát tốt độ ẩm của xúc xích sấy và nâng cao chất lượng sản phẩm. Tác giả Gagnon và ctv [5] nghiên cứu giám sát chế độ sấy được phẩm trong máy sấy tầng sôi sử dụng cảm biến bức xạ hồng ngoại gần (NIR) kết hợp phần mềm Viavi MicroNIR, Matlab và Labview. Kết quả nghiên cứu cho thấy thiết bị kiểm soát tốt chế độ sấy, nâng cao chất lượng sản phẩm và giảm tiêu hao năng lượng. Tác giả Wu và ctv [6] nghiên cứu giám sát và điều khiển máy sấy bắp sử dụng mô hình nhiệt độ tích lũy kết hợp PLC và phần mềm Labview đã đi đến kết luận: thiết bị kiểm soát tốt quá trình sấy và giảm tiêu hao năng lượng. Tác giả Wang và ctv [7] nghiên cứu ứng dụng bộ thu thập dữ liệu NI-9025 kết hợp phần mềm Labview để thu thập dữ liệu và điều khiển máy sấy bơm nhiệt, nghiên cứu chỉ ra rằng thiết bị thu thập tốt dữ liệu và kiểm soát tốt chế độ sấy trên máy sấy bơm nhiệt. Tác giả Jianghong và ctv [8] nghiên cứu ứng dụng Labview và bộ thu thập dữ liệu để giám sát và điều khiển chế độ sấy thuốc trên máy sấy thăng hoa, kết luận thiết bị thu thập các thông số trong hệ thống và kiểm soát tốt quá trình cấp đông, quá trình sấy. Tác giả Shusen và ctv [9] nghiên cứu theo dõi sự thay đổi nhiệt độ bên trong rau, quả trong quá trình sấy sử dụng bộ thu thập dữ liệu NI-9205 và phần mềm Labview. Nghiên cứu chỉ ra rằng thiết bị thu thập và đồ thị hóa số liệu, lưu trữ số liệu trực quan với độ chính xác cao.

Hiện nay, tại Việt Nam có nhiều nghiên cứu thực nghiệm trên máy sấy. Đặc biệt là nghiên cứu chế độ sấy của các vật liệu, trong đó việc theo dõi độ ẩm vật liệu trong suốt quá trình sấy là cần thiết. Tuy nhiên, do chi phí các bộ thí nghiệm lớn nên người nghiên cứu phải thực hiện việc mở tủ sấy, lấy vật liệu và đo độ ẩm vật liệu bằng cảm biến hoặc thông qua cân khối lượng tại các thời điểm. Công tác này, làm mất nhiều thời gian của người thực nghiệm, ảnh hưởng đến kết quả quá trình sấy. Đặc biệt, đối máy sấy thăng hoa thì không thể sử dụng phương án đo lường như trên để xác định độ ẩm vật liệu. Đối với máy sấy chân không thì việc lấy sản phẩm ra ảnh hưởng lớn đến kết quả thực

nghiệm. Do đó, cần thiết phải xây dựng một bộ thu thập dữ liệu nhằm giúp cho người thực nghiệm giảm thời gian và công sức, đảm bảo độ tin cậy của kết quả thực nghiệm với chi phí đầu tư thấp.

2. GIỚI THIỆU

Để giải quyết vấn đề như đặt ra, tác giả đã tiến hành xây dựng bộ đo lường và tiến hành thử nghiệm trên tủ sấy điện trở.

Yêu cầu đo lường và điều khiển tủ sấy bao gồm:

- Điều khiển quạt và điện trở.
- Đo độ ẩm vật liệu trong quá trình sấy.
- Đo nhiệt độ và độ ẩm không khí trong buồng sấy.
- Đo nhiệt độ không khí sau buồng sấy.

Trong nội dung đo lường và điều khiển ở trên thì việc xác định độ ẩm vật liệu tại một thời điểm trong quá trình sấy là quan trọng nhất. Phương pháp xác định độ ẩm trong vật liệu sấy mà tác giả sử dụng là phương pháp cân, bằng cách sử dụng cảm biến khối lượng loadcell.

Theo lý thuyết, độ ẩm vật liệu tại một thời điểm được xác định:

$$W_i = \frac{G_{ni}}{G_i} \cdot 100\% \quad (1)$$

Trong đó :

G_{ni} : Khối lượng nước trong vật liệu tại thời điểm đo thứ i ; g

G_i : Khối lượng vật liệu tại thời điểm đo thứ i ; g

Triển khai công thức (1) ta có:

$$W_i = \frac{G_{ni}}{G_i} \cdot 100 = \frac{G_0 \cdot W_0 - 100 \cdot (G_0 - G_i)}{G_i} ; i=1,2,..n \quad (2)$$

Trong đó:

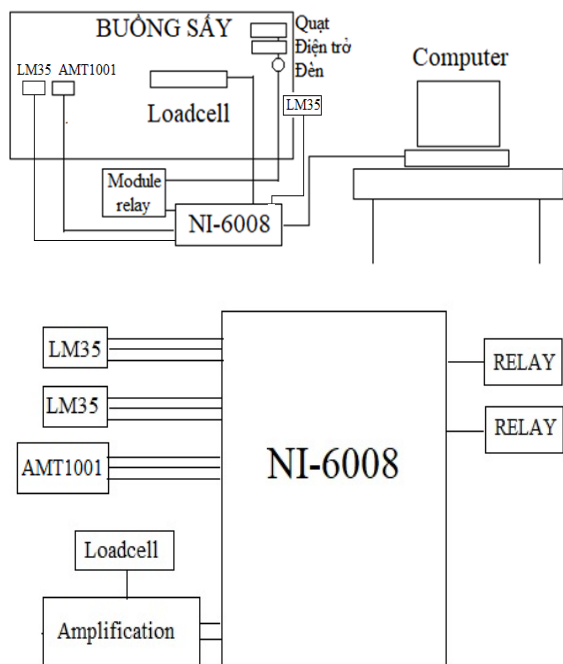
G_i : Khối lượng vật liệu tại thời điểm đo thứ i ; g

G_0 : Khối lượng ban đầu của vật liệu, g

W_0 : Độ ẩm ban đầu của vật liệu, g

Tác giả sử dụng công thức (2) đưa vào lập trình để đo độ ẩm vật liệu sấy.

Các thành phần bộ đo lường và điều khiển bao gồm: Card NI-6008, phần mềm Labview, cảm biến nhiệt độ LM35, cảm biến độ ẩm AMT1001, cảm biến khối lượng loadcell 1kg. Sơ đồ khối kết nối để điều khiển tủ sấy thể hiện như hình 1.



Hình 1. Sơ đồ khối kết nối điều khiển tủ sấy

Các thông số đầu vào, đầu ra của bộ đo lường và điều khiển thể hiện như bảng 1 và bảng 2.

Bảng 1. Các thông số đầu vào

TT	Thông số	Đơn vị
1	Nhiệt độ sấy	°C
2	Độ ẩm ban đầu vật liệu sấy	%
3	Khối lượng của khay sấy	g
4	Khối lượng ban đầu của khay và vật liệu sấy	g

Bảng 2. Các thông số đầu ra

TT	Thông số	Đơn vị
1	Hiển thị giá trị và đồ thị nhiệt độ tác nhân sấy theo thời gian	°C

2	Hiển thị giá trị và đồ thị độ ẩm tác nhân sấy theo thời gian	%
3	Hiển thị giá trị và đồ thị độ ẩm vật liệu sấy theo thời gian	%

3. XÂY DỰNG MÔ HÌNH

Mô hình tủ sấy kích thước: 0,3mx0,3mx0,4m; điện trở công suất 500W; quạt 220V.

Card NI-6008 [10]: 8 analog input, 2 analog output, 12 digital I/O.

Sử dụng cảm biến nhiệt độ LM35 [11] với dải đo nhiệt độ $-55\div 150^{\circ}\text{C}$, điện áp tuyến tính theo nhiệt độ $10\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$, sai số $\pm 0,25^{\circ}\text{C}$.

Cảm biến độ ẩm AMT1001 [12] với dải đo độ ẩm $20\div 95\%$, điện áp làm việc 5VDC, điện áp ra $0,6\div 2,7\text{VD}$.

Cảm biến khối lượng loadcell loại 1kg [13], điện áp làm việc 5VDC, tỉ số điện áp đầu ra và vào $1\pm 0,15\text{mV}/\text{V}$. Do tín hiệu điện áp đầu ra của loadcell nhỏ nên thiết bị thu thập dữ liệu NI -6008 không đọc được giá trị tín hiệu. Do đó, cần sử dụng một module khuếch đại điện áp cho loadcell. Trong nghiên cứu này, sử dụng module khuếch đại điện áp Weight Transmitters, điện áp làm việc $12\div 24\text{VDC}$, đầu vào là tín hiệu loadcell, đầu ra $0\div 10\text{VDC}$ hoặc $4\div 20\text{mA}$, module có các biến trở để cân chỉnh giá trị khối lượng từ cảm biến loadcell.

Trong code chương trình Labview, các cảm biến được thiết lập tỉ lệ **Scale** đúng theo dải đo được thiết lập tương ứng với cảm biến; đồng thời, để lọc nhiễu các cảm biến bằng cách sử dụng hàm **“Sample Variance PtByPt”** với số sample lựa chọn là 1000.

Sử dụng role SSR-40DA (solid state module) với điện áp làm việc $3\div 32\text{VDC}$, dòng điện lớn nhất mà tiếp điểm điều khiển chịu được là 25A để điều khiển điện trở và quạt trong tủ sấy.

Các thiết bị đo lường được dùng để đối chiếu và cân chỉnh các cảm biến (hình 2) bao gồm:

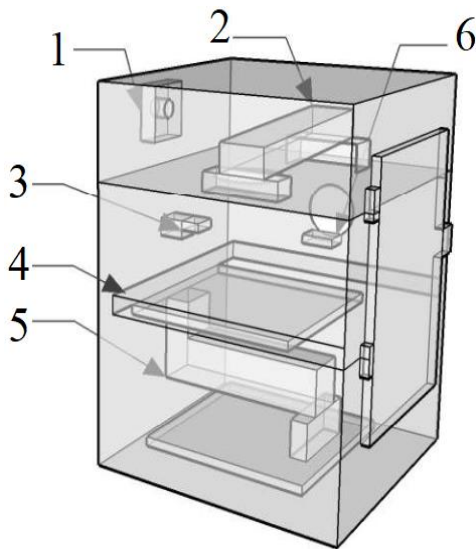
- Hộp quả cân chuẩn sử dụng để cân chỉnh cảm biến loadcell.

- Cân tiểu điện tử KS1000 với sai số 0,1g.
- Thiết bị đo nhiệt độ và độ ẩm XH-M452 với sai số $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$; $\pm 0,1\% \text{ RH}$.



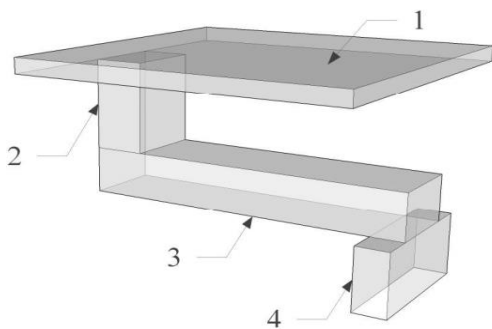
Hình 2. Thiết bị đo sử dụng để đối chiếu và cân chỉnh cảm biến

Mô hình thực nghiệm và cách lắp đặt cảm biến loadcell thể hiện như hình 3 và hình 4.



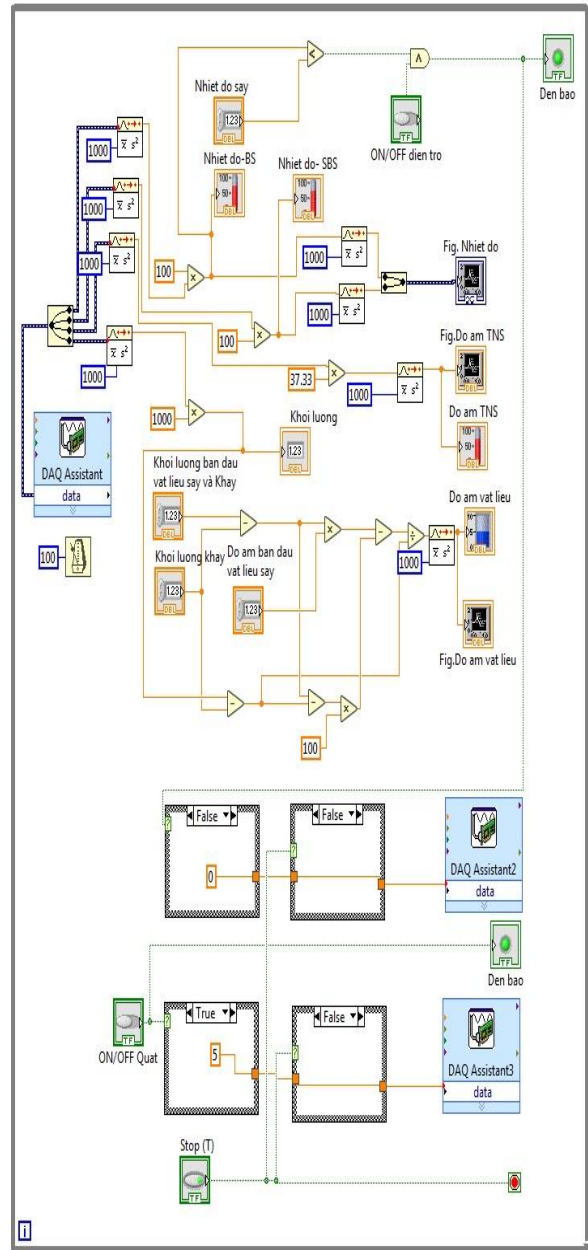
1. Quạt, 2. Điện trở, 3. Cảm biến LM35 và AMT1001, 4. Khay sấy, 5. Cảm biến loadcell, 6. Cảm biến LM35

Hình 3. Mô hình tủ sấy



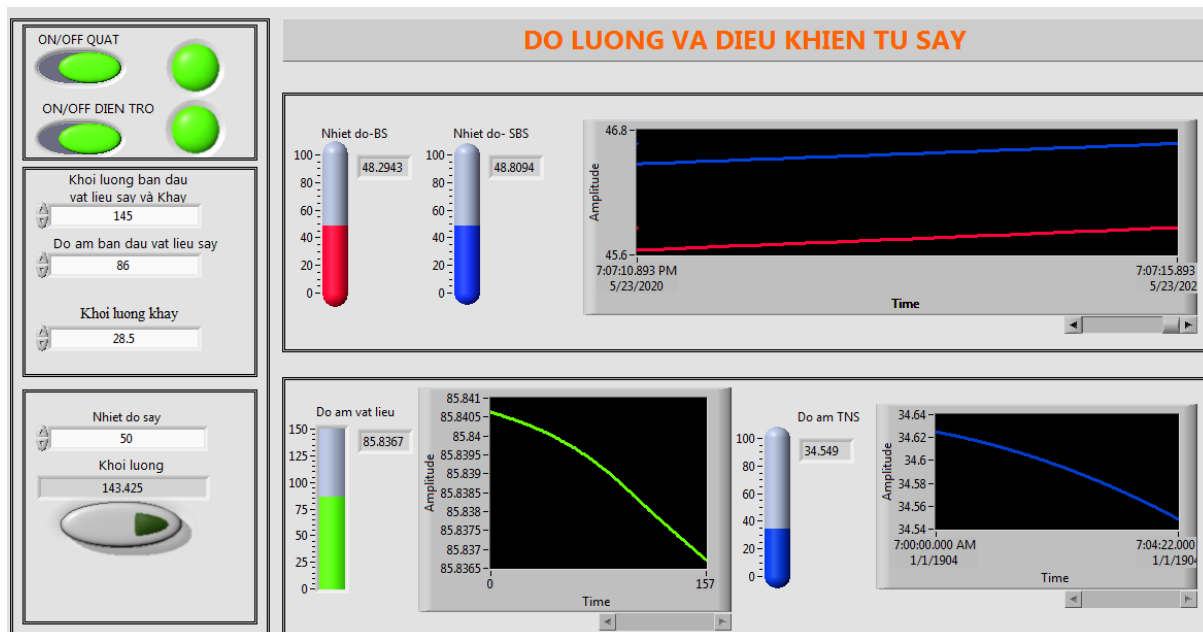
1. Giá đỡ nơi đặt khay sấy, 2;4. Gói đỡ, 3. Cảm biến Loadcell

Hình 4. Lắp đặt loadcell trong buồng sấy

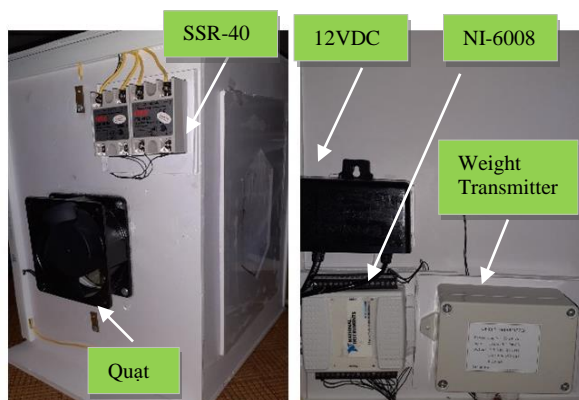


Hình 5. Sơ đồ code trong Labview

Code chương trình và giao diện Labview sử dụng để đo lường và điều khiển thể hiện như hình 5 và hình 6. Sau khi xây dựng mô hình đo lường và điều khiển tủ sấy (hình 7), tiến hành cân chỉnh giá trị các cảm biến: dựa trên giá trị quả cân chuẩn và cân tiểu ly điện tử KS1000 thực hiện cân chỉnh cảm biến loadcell bằng cách chỉnh các biến trở trên module khuếch đại điện áp; cân chỉnh giá trị nhiệt độ và độ ẩm của cảm biến LM35 và cảm biến AMT1001 so sánh với thiết bị đo XH-M452, sau đó chỉnh trực tiếp trong code chương trình Labview.



Hình 6. Giao diện đo lường, điều khiển tủ sấy trên Labview



Hình 7. Mô hình đo lường và điều khiển tủ sấy sử dụng Labview kết hợp Card NI-6008

Quy trình thực nghiệm trên mô hình được tiến hành theo các bước sau:

Bước 1: Đặt khay sấy vào buồng sấy. Sau đó xem kết quả khối lượng và nhập vào ô khối lượng khay.

Bước 2: Bố trí vật liệu lên khay, đưa vào buồng sấy. Sau đó xem kết quả khối lượng và nhập kết quả vào ô khối lượng vật liệu sấy và khay.

Bước 3: Nhập độ ẩm ban đầu vật liệu sấy.

Bước 4: Nhập giá trị nhiệt độ sấy. Đây là thông số sử dụng để điều khiển đóng, ngắt điện trở trong quá trình sấy.

Bước 5: Khởi động tủ sấy bằng cách bấm nút khởi động quạt và điện trở trên giao diện Labview.

Bước 6: Xóa kết quả trên các đồ thị bằng cách click chuột phải vào đồ thị và chọn clear chart. Mục đích để xóa các dữ liệu trước đó và bắt đầu ghi dữ liệu mới cho quá trình sấy.

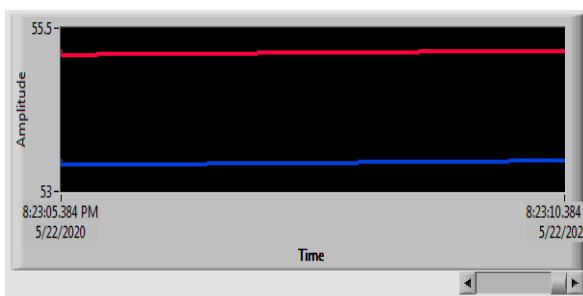
Bước 7: Để xuất các dữ liệu trên đồ thị ra bảng excel, click chuột phải vào đồ thị và chọn: export → export data to excel.

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

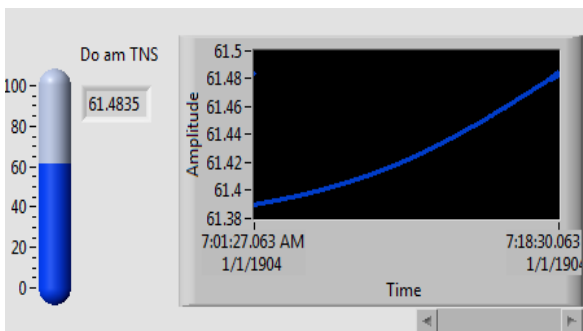
Sau khi cân chỉnh các cảm biến, tiến hành chạy thử nghiệm. So sánh giá trị đo của các cảm biến với giá trị đo của các thiết bị đối chiếu, kết quả cho thấy: đối với cảm biến loadcell sử dụng NI-6008 để đọc tín hiệu (12 bits) có sai số của tín hiệu đọc khoảng 0,244g và so sánh lại với cân kiểm chứng KS1000 thì sai lệch lớn nhất trong toàn dải đo khoảng 0,1g; sai số của tín hiệu cảm biến nhiệt độ và độ ẩm khi so sánh với thiết bị đo XH-M452 thì sai lệch lớn nhất về giá trị nhiệt độ và độ ẩm của các cảm biến lần lượt khoảng 0,1°C và 1% trên toàn dải đo.

Quạt, điện trở của tủ sấy được điều khiển trực tiếp trên giao diện Labview. Trong quá

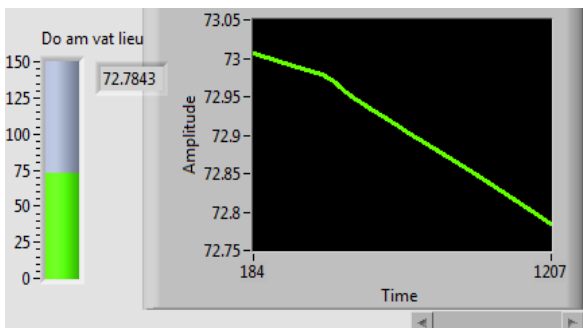
trình sấy điện trở được điều khiển đóng, ngắt tự động thông qua giá trị nhiệt độ sấy cài đặt. Qua kết quả chạy thử nghiệm cho thấy hệ thống làm việc ổn định, các dữ liệu được thu thập về máy tính có độ chính xác cao. Hình 8 thể hiện kết quả dữ liệu thu thập được của mô hình. Các dữ liệu về nhiệt độ, độ ẩm của tác nhân sấy và độ ẩm vật liệu sấy được đồ thị hóa theo thời gian thực trên máy tính. Kết quả trực quan, giúp người thực nghiệm thuận lợi trong việc điều khiển, theo dõi và xử lý các số liệu sau khi thu thập.



a) Dữ liệu nhiệt độ trong và sau buồng sấy



b) Dữ liệu độ ẩm tác nhân sấy theo thời gian



c) Dữ liệu độ ẩm vật liệu thay đổi theo thời gian

Hình 8. Kết quả dữ liệu thu thập trên giao diện Labview

Bảng 3. Độ ẩm vật liệu sấy theo thời gian

Time - Voltage_0	Amplitude - Voltage_0
0	67.6535
1	67.6532
2	67.6529
3	67.6526
4	67.6523
5	67.652
6	67.6517
7	67.6514
8	67.6511
9	67.6508
10	67.6505

Bảng 3 thể hiện một đoạn kết quả đo độ ẩm vật liệu sấy theo thời gian được xuất dưới dạng file excel, bảng gồm 2 cột giá trị là thời gian và độ ẩm vật liệu sấy. Bảng 3 cho thấy giá trị dữ liệu thu thập không bị nhiễu (khi bị nhiễu thì kết quả biến thiên tăng giảm không ổn định) các giá trị có độ chính xác đến 4 số sau dấu phẩy và biến thiên đúng theo quy luật giảm ẩm của vật liệu khi sấy.

Qua đó cho thấy, việc ứng dụng phần mềm Labview và các thiết bị ADQ như NI-6008 để thu thập dữ liệu, giúp người sử dụng giảm được thời gian và công sức đáng kể, đảm bảo độ tin cậy các đo lường khi thực nghiệm.

Với chi phí đầu tư ít, bộ đo lường có thể ứng dụng để nghiên cứu thực nghiệm trên máy sấy và ứng dụng vào tủ sấy thương mại.

5. KẾT LUẬN

Tác giả đã ứng dụng Labview, ADQ NI-6008 và cảm biến loadcell giải quyết được khó khăn khi thực nghiệm sấy ở khâu xác định độ ẩm vật liệu trong suốt quá trình sấy. Giúp cho người thực nghiệm giảm thời gian và công sức, đảm bảo độ tin cậy của kết quả thực nghiệm.

Bộ đo lường làm việc ổn định, thu thập các dữ liệu tốt. Khi so sánh với thiết bị đo

kiểm chứng: sai số cảm biến loadcell là 0,1g; sai số cảm biến nhiệt độ là 0,1⁰C và sai số cảm biến độ ẩm là 1%. Bộ đo lường có thể sử dụng phục vụ cho quá trình nghiên cứu thực nghiệm sấy và ứng dụng vào thực tế chế tạo các máy sấy, tủ sấy dùng để thí nghiệm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Li, Z., G.V. Raghavan, and N. Wang, Carrot volatiles monitoring and control in microwave drying. LWT-Food Science and Technology, 2010. 43(2): p. 291-297.
- [2] Martynenko, A., Computer-vision system for control of drying processes. Drying Technology, 2006. 24(7): p. 879-888.
- [3] Gaceu, L. LabView predictive model for optimization of the cereals drying process. in the Proceedings of International Conference on Agricultural Economics, Rural development and Informatics, AVA3, Debrecen, Hungary, ISBN.
- [4] Stawczyk, J., et al., Control system for sausage drying based on on-line NIR aw determination. Drying Technology, 2009. 27(12): p. 1338-1343.
- [5] Gagnon, F., et al., Nonlinear model predictive control of a batch fluidized bed dryer for pharmaceutical particles. Control Engineering Practice, 2017. 64: p. 88-101.
- [6] Wu, Y., et al. Intelligent Monitoring and Control of Grain Continuous Drying Process Based on Multi-parameter Corn Accumulated Temperature Model. in 2017 International Conference on Smart Grid and Electrical Automation (ICSGEA). 2017. IEEE.
- [7] WANG, S.-p., X.-k. ZHANG, and J.-j. ZHANG, Design and Experiment of Data Acquisition System for Heat Pump Drying Based on LabVIEW [J]. Instrument Technique and Sensor, 2011. 8.
- [8] [Jianghong, X. and F.Y.F. Jia, Use of Virtual Instrument Language in Program for Inspection of Freezing and drying Medicine [J]. Pharmaceutical & Engineering Design, 2006. 5.
- [9] Shusen, H.J.Z.X.Z. and X.G.X. Jianguo, Internal Temperature Test Based on LabVIEW for Fruits and Vegetables in Drying Process. Process Automation Instrumentation, 2012(8): p. 13.
- [10] National instruments usb-6008 user manual.
- [11] LM35 datasheet.
- [12] AMT1001 datasheet.
- [13] Load Cell datasheet.

Tác giả chịu trách nhiệm bài viết:

Nguyễn Thành Luân

Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM

Email: luannt@hcmute.edu.vn