Journal of educational equipment: Education management, Volume 1, Issue 280 (January 2023)
ISSN 1859 - 0810

Thiết kế, chế tạo hệ thống điều khiển và giám sát cho máy sấy lạnh kết hợp bức xạ hồng ngoại ứng dụng PLC

Nguyễn Văn Phúc, Lương Đức Vũ*, Huỳnh Văn Thạo*, Nguyễn Thanh Bình**, Phan Văn Hoà****
**Trường Đại học Nha Trang*
*** Trường Trung cấp Kinh tế Kỹ thuật, TP.HCM*
**** Trường Cao đẳng Lý Tự Trọng, TP.HCM*
Received: 02/11/2022; Accepted: 10/12/2022; Published: 18/12/2022

Abstract: *This paper presents the results of research, design, manufacture and installation of PLC system combined with HMI monitor to control the refrigeration drying process combined with infrared radiation. The system is equipped with PLC Module S7 - 1200 connected to the HMI - KTP400 screen along with wind speed measuring devices, temperature and humidity sensors, mass sensors to help control and monitor parameters: temperature, air velocity, mass of drying material. The research results are transferred to serve the training and scientific research at the Thermo - Refrigeration Laboratory, Nha Trang University.*

Keywords: *PLC, refrigeration drying, infrared radiation.*

1. Đặt vấn đề

Ngày nay, với sự phát triển của khoa học kỹ thuật, sự đa dạng của các linh kiện điện tử số, các thiết bị điều khiển tự động, các công nghệ cũ dần được thay thế bằng các công nghệ hiện đại. Trong đó ngôn ngữ lập trình Programmable Logic Control (PLC) đang được sử dụng rộng rãi bởi tính gọn nhẹ, hiệu chỉnh hệ thống điều khiển dễ dàng, có thể xử lý tín hiệu analog liên tục và dễ trao đổi thông tin với môi trường bên ngoài.

Hiện tại các thiết bị sấy được trang bị tại PTN Nhiệt lạnh, trường Đại học Nha Trang đang được điều khiển, giám sát bằng phương pháp cơ, sử dụng các khí cụ điện là chủ yếu nên hệ thống điều khiển cồng kềnh, phức tạp và gặp khó khăn trong việc giám sát và truy cập các thông số điều khiển từ xa. Hơn nữa trong nghiên cứu thực nghiệm quá trình sấy, để đo lường các thông số cần phải sử dụng các thiết bị đo bên ngoài (không được tích hợp trong hệ thống), làm gián đoạn quá trình sấy và ảnh hưởng đến độ chính xác của kết quả thực nghiệm.

Do đó để điều khiển và giám sát thông số của tác nhân sấy và vật liệu sấy liên tục, thuận tiện hơn trong việc thu thập các số liệu trong thực nghiệm quá trình sấy của SV và giảng viên trong trường thì việc nghiên cứu ứng dụng việc ngôn ngữ điều khiển lập trình thông minh PLC trong điều khiển hệ thống sấy là cần thiết.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu trong bài báo là hệ thống điện điều khiển và giám sát quá trình sấy lạnh kết hợp với bức xạ hồng ngoại bằng PLC.

2.2. Phạm vi nghiên cứu

Nghiên cứu điều khiển và giám sát các thông số nhiệt độ, vận tốc của tác nhân sấy và giám sát khối lượng của vật liệu sấy trong máy sấy lạnh kết hợp với bức xạ hồng ngoại hiện có tại PTN nhiệt lạnh, Trung tâm thí nghiệm và thực hành, trường Đại học Nha Trang.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu lý thuyết kết hợp với thực nghiệm

- Nghiên cứu lý thuyết hệ thống sấy lạnh kết hợp với bức xạ hồng ngoại và ngôn ngữ điều khiển PLC.
- Thực nghiệm: thiết kế, lắp đặt tủ điện điều khiển và giám sát cho hệ thống.

2.4. Các kết quả đã nghiên cứu

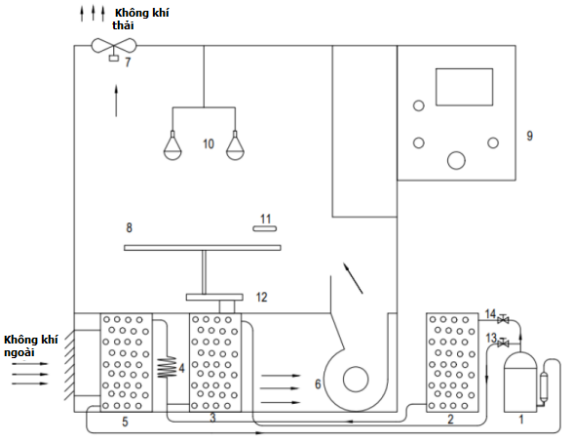
Nhiều nghiên cứu của các tác giả nước ngoài đã ứng dụng sử dụng PLC để kiểm soát toàn bộ quá trình sấy. Điển hình như nghiên cứu của nhóm nghiên cứu Nencho Deliiski tại Đại học Lâm nghiệp ở Bulgaria về điều khiển hệ thống sấy gỗ bằng PLC [1]. Qua nghiên cứu, nhóm đã sử dụng PLC để điều khiển nhiệt độ và độ ẩm trong buồng sấy bằng bộ điều khiển không khí. Bộ điều khiển này được sử dụng để tự động sấy khô cùng với xử lý nhiệt của vật liệu gỗ theo các yêu cầu của Tiêu chuẩn ISPM 15 [2]. Mặt khác, nhóm còn cho thấy sự tối ưu hóa chất lượng sản phẩm và giảm thiểu chi phí năng lượng của toàn bộ quá trình sấy thông qua bộ điều khiển

không khí khi sử dụng phần mềm PLC. Hay nghiên cứu của nhóm V. Radhika, M. Kokila Vani đã nghiên cứu phát triển thuật toán điều khiển tự động hóa máy sấy khí hút ẩm sử dụng PLC [3]. Kết quả cho thấy, tự động hóa quy trình sấy đã giảm thiểu các lỗi thủ công và chi phí của bộ điều khiển thủ công bằng cách sử dụng các rơ le và bộ hẹn giờ được kết nối với phần mềm tự động hóa PLC.

Như vậy, điều khiển bằng ngôn ngữ lập trình PLC đã được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp nói chung và hệ thống sấy nói riêng. Các nghiên cứu đã chứng ming đây là phương pháp điều khiển có nhiều ưu thế. Tuy nhiên, các nghiên cứu về hệ thống sấy mới nghiên cứu để đo lường, giám sát các thông số của tác nhân sấy như nhiệt độ, độ ẩm và tốc độ gió chưa quan tâm nhiều đến đo lường khối lượng sản phẩm sấy nên chưa giám sát được độ ẩm của vật liệu trong quá trình sấy.

2.5. Sơ đồ nguyên lý của hệ thống sấy lạnh kết hợp bức xạ hồng ngoại

Sơ đồ nguyên lý của hệ thống sấy được thể hiện ở sơ đồ 2.1.

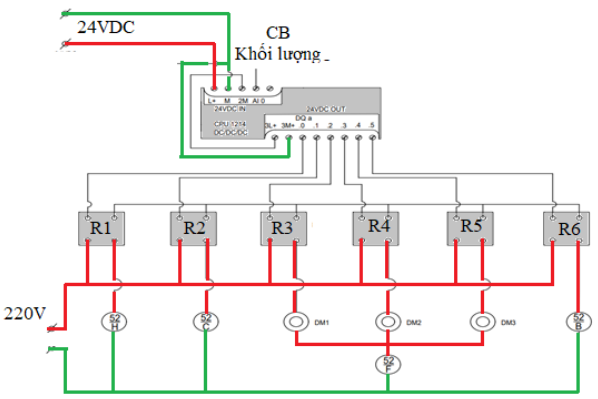


Sơ đồ 2.1. Sơ đồ nguyên lý hệ thống sấy lạnh kết hợp bức xạ hồng ngoại

* *Ghi chú*: 1: Máy nén; 2: TB ngưng tụ 1; 3: TB ngưng tụ 2; 4: TB tiết lưu; 5: TB bay hơi; 6: Quạt buồng sấy; 7: Quạt hút; 8: Giá sấy; 9: Tủ điện điều khiển 10: TB phát tia hồng ngoại phụ trợ; 11: Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm; 12: Cảm biến khối lượng; 13-14: Van điện từ

2.6. Thiết kế hệ thống điện điều khiển cho máy sấy lạnh

2.6.1. Sơ đồ nối dây mạch điện điều khiển sử dụng PLC S7-1200

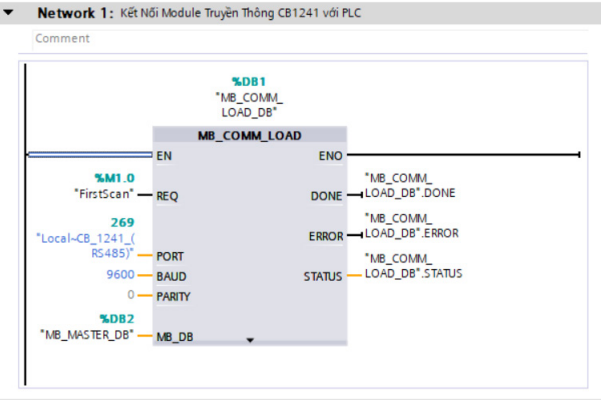


Sơ đồ 2.2.: Sơ đồ nối dây PLC S7 – 1200 với hệ thống sấy lạnh

* Thuyết minh mạch điều khiển PLC: Khi nhấn nút START trên màn hình HMI, ta cần phải cài đặt các thông số yêu cầu để thực hiện quá trình sấy lạnh hoàn toàn tự động là: nhiệt độ, vận tốc, khối lượng; Sau khi cài đặt xong các thông số trên, ta chọn chế độ HĐ cho quá trình sấy trên màn hình HMI; Khi chọn chế độ Man thì quá trình sấy được HĐ theo hình thức thủ công, cần người vận hành quan sát liên tục để vận hành đóng/cắt các thiết bị như: máy nén, thiết bị gia nhiệt, quạt buồng sấy dựa vào các nút nhấn trên màn hình HMI; Khi chọn chế độ Auto, quá trình sấy lạnh HĐ với chế động tự động; Máy nén được đóng/cắt tự động nhờ vào khối lượng yêu cầu đã cài đặt từ trước; Quạt buồng sấy được đóng/cắt tự động nhờ vào vận tốc gió yêu cầu đã cài đặt từ trước; Thiết bị gia nhiệt được đóng/cắt tự động nhờ vào nhiệt độ yêu cầu đã cài đặt từ trước; Chuông sẽ được đóng trong khoảng 15 giây kể từ khi khi khối lượng đo được bằng khối lượng yêu cầu nhằm thông báo cho người vận hành đã kết thúc quá trình sấy lạnh.

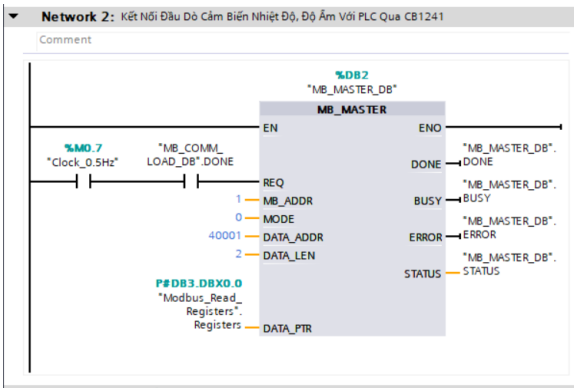
2.6.2. Chương trình PLC

a) Kết nối module truyền thông CB 1241 với PLC

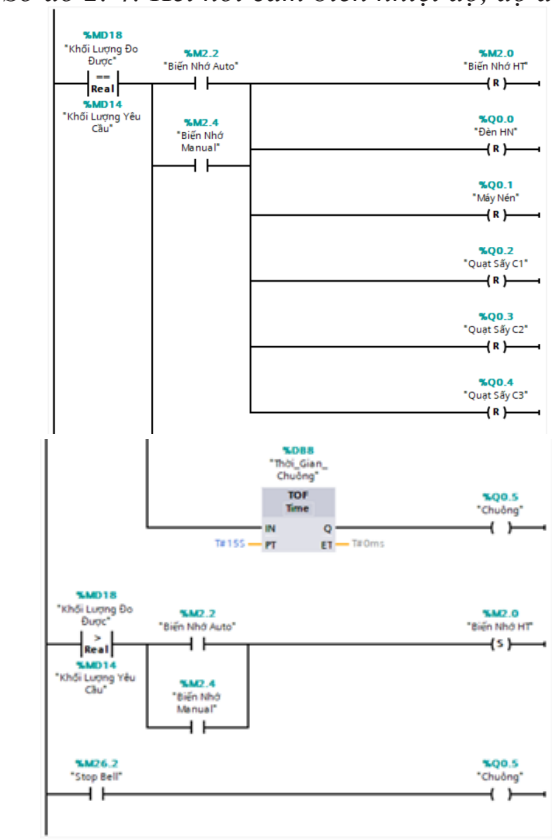


Sơ đồ 2.3: Kết nối module truyền thông CB1241 với PLC

b) Kết nối đọc giá trị cảm biến nhiệt độ, độ ẩm RS485 với PLC (sơ đồ 2.4, 2.5)



Sơ đồ 2. 4: Kết nối cảm biến nhiệt độ, độ ẩm



Sơ đồ 2.5: Điều khiển Hệ thống sấy chạy/dừng qua cài đặt giá trị khối lượng yêu cầu

2.7. Kết quả và thảo luận

Sau khi được gia công, lắp đặt hoàn thiện hệ thống điều khiển và giám sát cho quá trình sấy lạnh, hệ thống được vận hành thử nghiệm để sấy sản phẩm cá ngừ bò filet ở các thông số chế độ sấy như: nhiệt độ sấy thay đổi từ t = 30 – 40 ^{0}C, vận tốc gió từ v = 1- 2 m/s, cường độ bức xạ hồng ngoại I = 300-500 W/m^2 để xác định đường cong sấy, đường cong tốc độ sấy và chế độ sấy tối ưu. Kết quả thể hiện như sau (bảng 2.1)

Bảng 2.1. Đường cong sấy, đường cong tốc độ sấy và chế độ sấy tối ưu

Thí nghiệm	A	B	C	Nhiệt độ sấy t (°C)	Vận tốc gió v (m/s)	Cường độ bức xạ I_{bx} (w/m^2)	Thời gian sấy τ (giờ)	Hút nước phục hội (%)
1	1	1	1	30	1.0	300	28	29.4305
2	1	2	2	30	1.5	400	23	27.245
3	1	3	3	30	2.0	500	25	29.64
4	2	1	2	35	1.0	400	24	36.5405
5	2	2	3	35	1.5	500	22	30.556
6	2	3	1	35	2.0	300	21	35.2903
7	3	1	3	40	1.0	500	19	37.05
8	3	2	1	40	1.5	300	20	35.802
9	3	3	2	40	2.0	400	13	33.974

3. Kết luận

Nghiên cứu đã thiết kế, lắp đặt hệ thống điều khiển ứng dụng PLC kết hợp với màn hình HMI để điều khiển giám sát quá trình sấy lạnh kết hợp với bức xạ hồng ngoại. Hệ thống được trang bị Modul PLC S7 – 1200 kết nối với màn hình HMI – KTP400 cùng với các thiết bị đo vận tốc gió, cảm biến nhiệt độ độ ẩm, cảm biến khối lượng giúp điều khiển và giám sát các thông số: nhiệt độ, vận tốc TNS, khối lượng của VLS.

Kết quả sấy thực nghiệm sản phẩm cá ngừ bò là khá tốt. Thiết bị giúp hệ thống vận hành đơn giản, dễ dàng cài đặt ổn định và giám sát các thông số chế độ sấy. Đây là cơ sở ban đầu cho các nghiên cứu thực nghiệm về sấy lạnh kết hợp với bức xạ hồng ngoại của SV, học viên và cán bộ trong trường Đại học Nha Trang.

Tài liệu tham khảo

1. Evgeni Yankov and Nencho Deliiski (2007), *Programmable Control for Lumber Drying in Chambers.* Proceedings of the 11th WSEAS International Conference on SYSTEMS, Agios Nikolaos, Crete Island, Greece, July 23-25, 2007.

2. Standard ISPM (2008), *International Standard for Phytosanitary Measures*. Produced by the Secretariat of the International Plant Protection Convention.

3. V. Radhika and M. Kokila Vani (2015). *Development Of Control Algorithm For Automation Of Desiccant Air Dryer Using Plc*, IJIRT | Volume 1 Issue 12 | ISSN: 2349-6002.