

Nghiên cứu chế tạo mô hình hệ thống điều hòa không khí trung tâm Water Chiller ứng dụng bể tích trữ lạnh, áp dụng vào hoạt động đào tạo nghề

Lê Xuân Phong*, Nguyễn Minh Tiến*

*Khoa Điện – Điện tử, Trường Cao đẳng Kỹ thuật Công nghệ Nha Trang

Received: 17/9/2024; Accepted: 22/10/2024; Published: 31/10/2024

Abstract: The paper presents a study on the design and fabrication of a Water Chiller air-conditioning system, using a cold storage tank for vocational training at vocational school and colleges vocational. Glycol solution (23%) is used as the heat transfer in cold storage tank. The temperature of cold storage tank is $-7 \div -9^{\circ}\text{C}$. The system is program using PLC combined with IoT to control, monitor and handle incidents in real time. The model is design to suit vocational training, helping learners improve their knowledge and skills to meet social needs.

Keywords: Store cold, save energy, cold storage tank, Water Chiller, IoT

1. Mở đầu

Việc nghiên cứu và chế tạo các mô hình phục vụ công tác đào tạo cho nghề “Kỹ thuật máy lạnh và điều hòa không khí” tại các trường trung cấp và cao đẳng nghề là một trong những giải pháp nhằm tăng cường, nâng cao chất lượng giảng dạy của giảng viên, phục vụ quá trình học tập của học sinh, sinh viên (HSSV) với chi phí thấp nhưng đem lại hiệu quả cao, đáp ứng yêu cầu kỹ thuật, công nghệ và tính sư phạm.

Việc đề xuất áp dụng “Mô hình Hệ thống điều hòa không khí trung tâm Water Chiller ứng dụng bể tích trữ lạnh” vào giảng dạy với những mục tiêu như sau: (1) Hiện đại hóa phương tiện dạy học nhằm giúp HSSV nâng cao kiến thức, kỹ năng, đồng thời nâng cao chất lượng đào tạo và tiến sát với thực tế hơn; (2) Giá thành của hệ thống rẻ, có thể phổ biến rộng rãi. Giải quyết được vấn đề về kinh phí để đầu tư cho các thiết bị dạy học; (3) Mô hình thiết kế có tính trực quan, sinh động và sư phạm cao; (4) Ứng dụng công nghệ IoT trong giám sát hệ thống và ứng dụng mã QR để mã hóa tài liệu đáp ứng công cuộc chuyển đổi số giáo dục nghề nghiệp; (5) Nâng cao ý thức của người học về tiết kiệm năng lượng và bảo vệ môi trường; (6) Giới thiệu đến các doanh nghiệp về lợi ích mang lại của hệ thống tích trữ lạnh. Bài viết nghiên cứu chế tạo mô hình hệ thống điều hòa không khí trung tâm Water Chiller ứng dụng bể tích trữ lạnh, áp dụng vào công tác đào tạo nghề cho sinh viên các trường trung cấp và cao đẳng nghề.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Mục tiêu nghiên cứu

Mục tiêu chính của nghiên cứu là thiết kế và chế tạo ra “mô hình hệ thống điều hòa không khí trung tâm Water Chiller ứng dụng bể tích trữ lạnh” đáp ứng được các yêu cầu sau:

- Mô hình có kích thước nhỏ gọn, có thể tách rời từng modul, dễ dàng di chuyển tới các phòng học khác nhau để phục vụ giảng dạy;

- Mô hình phải thiết kế, bố trí hợp lý cho việc phân chia nhóm HSSV thực hiện rèn luyện kỹ năng nghề, tính sư phạm cao;

- Hệ thống phải có tính trực quan sinh động, dễ dàng nhìn thấy rõ cấu tạo, dễ dàng sử dụng, tạo sự hứng thú trong học tập cho HSSV;

- Các thiết bị trong hệ thống được ghi chú và dán decal song ngữ (Anh-Việt), giúp HSSV có thể rèn luyện thêm tiếng Anh chuyên ngành trong suốt quá trình học trên mô hình;

- Các thông số kỹ thuật của hệ thống sẽ cập nhật lên google drive và mã hóa bằng mã QR;

- Ứng dụng công nghệ IoT vào giám sát, quản lý, điều khiển hệ thống từ xa thông qua router 3G/4G.

2.2. Tổng quan hệ thống tích trữ lạnh

2.2.1. Mục đích của hệ thống tích trữ lạnh

Hiện nay hầu hết các hộ tiêu thụ điện, nhu cầu sử dụng điện không cố định mà thay đổi theo các thời điểm khác nhau trong ngày. Việc sử dụng điện hiện nay của doanh nghiệp thường được chia làm ba thời điểm và ba mức giá chi phí điện khác nhau: giờ thấp điểm (từ 22h÷4h sáng hôm sau), giờ bình thường (từ 4h÷9h30; từ 11h30÷17h; từ 20h÷22h), giờ cao điểm (từ 9h30÷11h30; từ 17h÷20h).

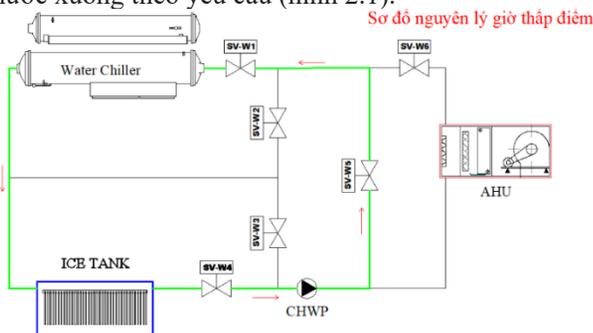
Để tránh phải trả chi phí tiền điện của giờ cao điểm, người sử dụng điện cần phải có biện pháp tích cực nhằm giảm sử dụng điện để sản xuất vào giờ cao điểm, tăng sản xuất vào giờ thấp điểm và bình thường. Về mặt năng lượng thì không tiết kiệm được đáng kể, tuy nhiên về mặt giảm chi phí tiền điện cho sản xuất sẽ cải thiện rõ rệt

Đối với các hệ thống điều hòa không khí trung tâm cho khách sạn, resort... do phải hoạt động liên tục 24/24h trong ngày và đặc biệt hoạt động nặng tải vào giờ cao điểm, việc ngưng hoạt động trong giờ cao điểm, chỉ hoạt động trong giờ thấp điểm không thể áp dụng được. Một trong những biện pháp để giảm được điện năng tiêu thụ và chi phí tiền điện là sử dụng hệ thống tích trữ lạnh. Hệ thống lạnh sẽ hoạt động vào giờ thấp điểm, tích trữ nước lạnh vào bể tích trữ. Vào giờ cao điểm sẽ dùng hệ thống lạnh, sử dụng nước lạnh đã được tích trữ trước để sử dụng cho mục đích làm lạnh, qua đó giúp tiết kiệm điện năng và chi phí tiền điện chi trả.

2.2.2. Nguyên lý hoạt động của hệ thống

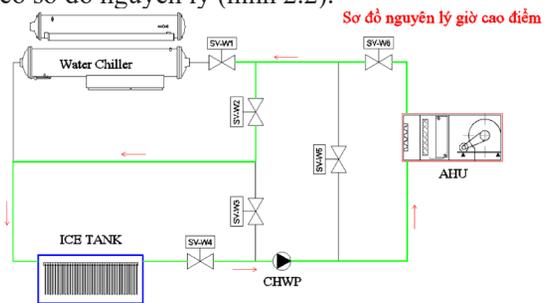
Hệ thống được vận hành ở 3 chế độ, theo 3 khung giờ: thấp điểm, cao điểm và bình thường. Nguyên lý hoạt động như sau:

a. Giờ thấp điểm: vào giờ thấp điểm hệ thống sẽ chuyển sang chế độ chạy nạp tải cho bể tích trữ lạnh. Cụm máy Water Chiller vẫn hoạt động bình thường. Dàn lạnh AHU không hoạt động. Van điện từ SV-W6 sẽ đóng lại, ngừng bơm nước lạnh vào các làn lạnh. Đồng thời van điện từ SV-W2 và SV-W3 cũng sẽ đóng lại để chuyển chế độ. Nước lạnh từ cụm Water Chiller sẽ đi vào bình tích trữ lạnh để thực hiện quá trình tích trữ năng lượng. Van điện từ SV-W1, SV-W4, SV-W5 mở ra để đảm bảo vòng tuần hoàn nước lạnh đi đúng sơ đồ nguyên lý. Khi nhiệt độ bể tích trữ lạnh đạt từ $-7 \div -9^{\circ}\text{C}$ thì hệ thống dừng hoạt động. Bể tích trữ lạnh được tính toán độ cách nhiệt rất tốt, tuy nhiên vẫn có sự thất thoát nhiệt ra môi trường bên ngoài. Vì vậy, khi nhiệt độ nước trong bể tăng lên -5°C thì hệ thống sẽ vận hành lại hạ nhiệt độ nước xuống theo yêu cầu (hình 2.1).



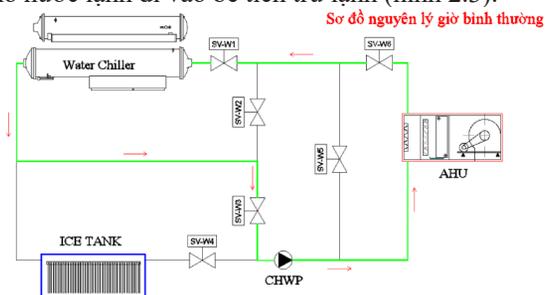
Hình 2.1: Sơ đồ nguyên lý giờ thấp điểm

b. Giờ cao điểm: Khi đến giờ cao điểm, đúng thời gian đã được cài đặt, hệ thống sẽ tự động chuyển sang chế độ xả tải. Lúc này cụm máy Water Chiller sẽ dừng hoạt động, bởi vì cụm Water Chiller tiêu tốn điện năng rất lớn, dẫn đến chi phí tiền điện chi trả trong giờ cao điểm sẽ rất cao. Lượng nhiệt lạnh từ bể tích trữ lạnh sẽ được sử dụng để cung cấp cho các dàn lạnh AHU, lúc này ngoài quạt dàn lạnh thì chỉ còn hệ thống bơm hoạt động. Nên lượng điện năng tiêu thụ trong giờ cao điểm sẽ thấp hơn rất nhiều. Khi hệ thống chuyển qua chế độ xả tải, cụm Water Chiller dừng, đồng thời van điện từ SV-W1 sẽ đóng lại để nước lạnh không đi qua bình bay hơi nữa, đồng thời van điện từ SV-W3, SV-W5 cũng sẽ đóng lại. Van điện từ SV-W2, SV-W4, SV-W6 sẽ mở ra để nước lạnh đi tuần hoàn qua bể tích trữ lạnh, thực hiện quá trình trao đổi nhiệt và đi vào dàn lạnh AHU đúng theo sơ đồ nguyên lý (hình 2.2).



Hình 2.2: Sơ đồ nguyên lý giờ cao điểm.

c. Giờ bình thường: đối với giờ bình thường, cụm Water Chiller sẽ hoạt động bình thường, cung cấp nước lạnh trực tiếp cho dàn lạnh AHU. Các van điện từ SV-W2, SV-W4, SV-W5 đóng lại, không cho nước lạnh đi vào bể tích trữ lạnh. Các van điện từ SV-W1, SV-W3, SV-W6 mở ra để nước lạnh đi theo đúng vòng tuần hoàn. Nước sau khi ra khỏi dàn lạnh AHU có nhiệt độ 12°C sẽ được đẩy vào bình bay hơi, trao đổi nhiệt với môi chất lạnh, hạ nhiệt độ xuống 7°C , được bơm hút và đưa vào dàn lạnh. Thực hiện quá trình trao đổi nhiệt với môi trường cần làm lạnh. Đồng thời các van điện từ SV-W2, SV-W4, SV-W5 đóng lại, không cho nước lạnh đi vào bể tích trữ lạnh (hình 2.3).



Hình 2.3: Sơ đồ nguyên lý giờ bình thường.

2.3. Thiết kế và chế tạo mô hình hệ thống

2.3.1. Thiết kế hệ thống

Để đảm bảo thiết kế của hệ thống đạt được những mục tiêu đã đề ra của nghiên cứu ở mục 2.1, tác giả đã thiết kế hệ thống thành dạng modul tách rời nhau và dễ dàng kết nối với nhau thành một hệ thống hoàn chỉnh. Hệ thống gồm 03 modul: Modul máy và thiết bị lạnh, Modul buồng lạnh, Modul hệ thống điều khiển.

Hệ thống đảm bảo tính di động, dễ dàng tháo rời, lắp đặt và di chuyển đến các vị trí khác nhau phục vụ công tác đào tạo.

2.3.2. Kết quả của nghiên cứu

Sau quá trình nghiên cứu tài liệu, thiết kế bản vẽ hệ thống, thực nghiệm và hiệu chỉnh tác giả đã hoàn thiện mô hình và đưa vào ứng dụng thực tế trong công tác đào tạo nghề “Kỹ thuật máy lạnh và điều hòa không khí” (hình 2.4).



Hình 2.4: Mô hình hoàn thiện thực tế

Tài liệu thông số kỹ thuật của các thiết bị chính trong hệ thống được mã hóa bằng mã QR và cập nhật trên google drive, người học có thể truy cập đọc và download tài liệu kỹ thuật (bảng 2.1).

Bảng 2.1. Mã QR các thiết bị chính trong hệ thống

Mã QR thông số kỹ thuật các thiết bị chính trong hệ thống					
Máy nén		Bình chứa cao áp		HMI IOT	
Dàn ngưng		Bình tách lỏng		Bộ đo đa năng	
Dàn bay hơi		Phin sấy lọc		Cảm biến áp suất	
Van tiết lưu		Kính xem gas		Cảm biến CO ₂	
Bơm nước		Van điện từ		Bộ điều khiển nhiệt độ	
PLC		Van Damper		Router 3G/4G	

Ngoài ra hệ thống còn tích hợp công nghệ IoT vào việc điều khiển, giám sát các thông số hoạt động,

cảnh sự cố của hệ thống qua tin nhắn email và app telegram theo thời gian thực.

3. Kết luận

Sau khi lắp đặt hoàn thiện và tiến hành đưa vào áp dụng đào tạo trên thực tế tại Trường Cao đẳng Kỹ thuật Công nghệ Nha Trang, góp phần bổ sung thêm trang thiết bị giảng dạy, mang lại những ý nghĩa thiết thực, hiệu quả trong việc nâng cao chất lượng đào tạo hiện tại và trong tương lai. Mô hình đã đạt được những mục tiêu ban đầu mà tác giả đề ra như sau: (1) Mô hình được xây dựng bám sát với chương trình đào tạo và thực tế công nghệ đang được ứng dụng tại doanh nghiệp nên có tính đồng bộ cao, giúp HSSV tiếp cận sát với những hệ thống lạnh mới hiện đại hiện nay trên thực tế; (2) Mô hình trực quan, sinh động, có tính sư phạm cao; mang lại hiệu quả cao trong học tập, giúp người học dễ tiếp thu bài học hơn, rèn luyện được nhiều kỹ năng hơn; (3) Nâng cao nhận thức của HSSV về tiết kiệm và sử dụng năng lượng hiệu quả, bảo vệ môi trường.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Nguyễn Thế Bảo (2007), Trường Hồng Anh, *Nghiên cứu khả năng dùng công nghệ tích trữ lạnh dạng băng tan chảy bên ngoài ống trong các hệ thống điều hòa không khí trung tâm*, Tạp chí Phát triển KH&CN.
- [2]. Trần Thanh Huy, Nguyễn Xuân Viên, Đoàn Minh Hùng (2020), *Thiết kế chế tạo bồn tích trữ lạnh vận hành kết hợp hệ thống điều hòa không khí Water Chiller*, Tạp chí Khoa học Giáo dục kỹ thuật.
- [3]. Lê Thị Việt Hương (2014), *Nghiên cứu thiết kế thiết bị tích trữ lạnh cho hệ thống điều hòa không khí Water Chiller sân bay Đà Nẵng*, Đại học Đà Nẵng.
- [4]. Nguyễn Xuân Phú (2016), Nguyễn Thế Bảo, *Bảo toàn năng lượng sử dụng hợp lý, tiết kiệm và hiệu quả*, NXB Khoa học và Kỹ thuật.
- [5]. Benjamin L, Ruddel, Francisco Salamanca, Alex Mahalov (2014), *Reducing a semiarid city's peak electrical demand using distributed cold thermal energy storage*, Applied Energy.
- [6]. Chengchu Yan, Wenxing Shi, Xianting Li, Yang Zhao (2016), *Optimal design and application of a compound cold storage system combining seasonal ice storage and chilled water storage*, Applied Energy.
- [7]. Website: essvietnam.vn (Bể trữ năng lượng, giải pháp thông minh cho công trình xanh);