

# XÂY DỰNG HỆ THỐNG BÀI TẬP VÀ THIẾT BỊ THÍ NGHIỆM MÔN HỌC KỸ THUẬT LẠNH

Tác giả: Lê Quang Huy<sup>1</sup>, Lê Thị Bảo Hà<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường Cao đẳng Kỹ thuật Cao Thắng

## Tóm tắt

Trong những năm qua, cùng với sự phát triển không ngừng của khoa học kỹ thuật, ngành kỹ thuật lạnh đã có những thay đổi quan trọng, thật sự đã đi sâu vào hầu hết các ngành kinh tế công nghiệp. Để đáp ứng việc trang bị những kiến thức cơ bản về Kỹ Thuật Lạnh giáo trình lý thuyết nhằm như nắm bắt các kiến thức cơ bản về chất công tác, thiết bị trong hệ thống cũng như nguyên lý làm việc của các hệ thống lạnh. Tuy nhiên, vẫn chưa đạt được chuẩn đầu ra. Vì thế, sau nhiều khóa học chúng tôi nhận thấy rằng cần có các thí nghiệm để giúp sinh viên thực hiện nghiên cứu, giải quyết các vấn đề, củng cố và kiểm tra đánh giá kiến thức, kỹ năng của sinh viên góp phần cho sự toàn diện nhận thức sinh viên, nâng cao chất lượng giảng dạy.

**Từ khóa** Thí nghiệm Kỹ Thuật Lạnh

## 1. Đặt vấn đề

Thí nghiệm là một tiến trình dạy học để nghiên cứu, giải quyết các vấn đề, củng cố và kiểm tra đánh giá kiến thức, kỹ năng của sinh viên góp phần cho sự toàn diện nhận thức sinh viên, nâng cao chất lượng giảng dạy. Do đó, thí nghiệm giúp sinh viên kiểm tra lại lý thuyết đã học về các hiện tượng, định luật và quá trình ...

Thí nghiệm còn là điều kiện giúp sinh viên rèn luyện những phẩm chất đạo đức như: Đức tính kiên trì, cẩn thận, trung thực và rèn luyện thao tác kỹ thuật, chuẩn bị tiếp cận với các thao tác thực hành.

Đối với sinh viên trình độ cao đẳng ngoài thao tác thực hành chuẩn, cần có tư duy tốt để giải quyết các vấn đề. Vì vậy, việc bổ sung thí nghiệm vào các môn học là rất cần thiết, cụ thể là bổ sung thí nghiệm vào môn học lý thuyết.

Chính vì vậy, nhóm tiến hành bổ sung các thí nghiệm trong môn học Kỹ thuật lạnh giúp cho sinh viên:

- Hiểu, trình bày và giải thích được quá trình biến đổi trạng thái của môi chất lạnh trong chu trình nhiệt động.
- Đo đạc các thông số nhiệt độ của môi chất lạnh, biểu diễn lên đồ thị lg p –h, T – s và tính toán các đại lượng và hiệu suất chu trình.
- Đánh giá hiệu quả của thiết bị bay hơi trong 2 trường hợp: Van tiết lưu nhiệt và cấp tiết lưu.

## 2. Phương pháp thực hiện

- Căn cứ vào chuẩn đầu ra của khung đào tạo theo tiêu chuẩn ABET.

- Căn cứ vào chuẩn đầu ra môn học (học phần).

- Xây dựng chuẩn đầu ra hệ thống bài thí nghiệm và thiết bị thí nghiệm

- Xây dựng bài thí nghiệm và thiết bị thí nghiệm.

- Tổ chức cho SV thực hiện thí nghiệm: Các lớp được phân chia thành các nhóm nhỏ 8 – 10 SV, sau khi được giáo viên hướng dẫn, một bạn sinh viên đại diện mỗi nhóm thực hiện quy trình vận hành, đến khi hệ thống hoạt động ổn định thì tiến hành lấy thông số. Sau khi hoàn tất quá trình lấy thông số, nhóm sinh viên sẽ di chuyển qua khu vực xử lý và đánh giá số liệu. Mỗi nhóm sinh viên sẽ có 30 phút thực hiện thí nghiệm và 30 phút hoàn tất bài đánh giá nộp lại giáo viên.

- Đánh giá bài thí nghiệm và thiết bị

- Hiệu chỉnh, hoàn thiện giáo trình thí nghiệm.

## 3. Nội dung thực hiện

Các bài trong hệ thống thí nghiệm được nhóm tác giả xây dựng dựa vào chuẩn đầu ra và hiệu chỉnh qua các lớp thí nghiệm để hoàn thiện giáo trình. Sau đây là một **bài mẫu** của hệ thống bài tập thí nghiệm:

### BÀI 1: VẬN HÀNH ĐO ĐẠC THÔNG SỐ VÀ TÍNH TOÁN CHU TRÌNH QUÁ LẠNH, QUÁ NHIỆT.

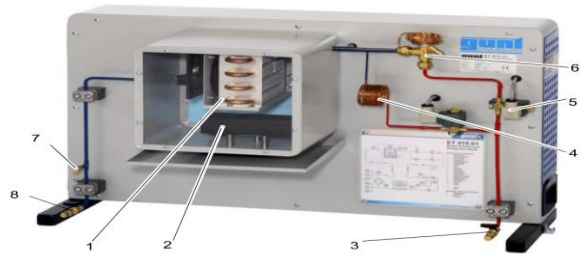
#### 3.1. Mục đích bài tập thí nghiệm:

- Đo đạc các thông số: nhiệt độ, áp suất
- Vẽ được sơ đồ và hiểu được nguyên lý làm việc của một hệ thống lạnh thực tế.
- Biểu diễn được các quá trình nhiệt động trên đồ thị thực lgp-h.
- Tính toán chu trình quá trình quá lạnh, quá nhiệt.

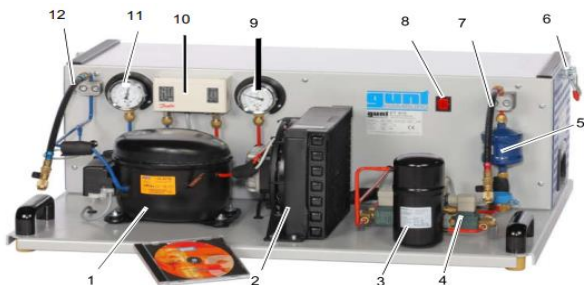
#### 3.2. Thiết bị thí nghiệm

##### 3.2.1 Mô hình thí nghiệm:

Hệ thống lạnh thí nghiệm ET915.01 có một máy nén, một quạt dàn nóng, một quạt dàn lạnh, một van tiết lưu nhiệt và một cấp tiết lưu. Ngoài ra hệ thống còn có các thiết bị phụ: Bình chứa cao áp, van điện từ, mắt xem ga, phin lọc như hình 1:



1. Dàn bay hơi	5. Van điện từ
2. Điện trở gia nhiệt	6. Van tiết lưu nhiệt
3. Cồng cấp môi chất lạnh, đường đẩy	7. Van nạp môi chất lạnh
4. Ống mao	8. Cồng cấp môi chất lạnh, đường hút



1. Máy nén	7. Ống nối phía đường cấp, đường đẩy
2. Dàn ngưng, đôi lưu cưỡng bức	8. Công tắc nguồn
3. Bình chứa	9. Đồng hồ đo áp suất cao
4. Van điện từ	10. Rơ le áp suất kép
5. Phin lọc	11. Đồng hồ đo áp suất thấp
6. Khóa kẹp	12. Ống nối phía đường cấp, đường hút

### 3.2.2 Thiết bị thí nghiệm:

Để đo đạc các thông số nhiệt độ, áp suất tại vị trí các điểm nút của hệ thống lạnh và không khí vào ra các thiết bị nhiệt (Dàn nóng, dàn lạnh) cần có các thiết bị đo như sau:

#### a. Đo áp suất điểm nút trong hệ thống lạnh:

Sử dụng bộ số hóa tín hiệu áp suất sử dụng module Arduino nhận tín hiệu Analog từ cảm biến Sensys (PTEH0001BCMG 4 – 20mA) xử lý tín hiệu hiển thị lên màn hình LCD, như Hình 3.18. Bộ đo áp suất này đã được kiểm tra độ chính xác tương ứng với cảm biến áp suất sử dụng.

Thông số kỹ thuật của bộ số hóa tín hiệu áp suất:

- ❖ Nguồn cấp: DC 9 – 30V
- ❖ Sai số:  $\pm 0,05\%$
- ❖ Nhiệt độ hoạt động:  $-40 \sim 125^{\circ}\text{C}$

#### b. Đo nhiệt độ điểm nút trong hệ thống lạnh:

Sử dụng cặp nhiệt loại T là một loại cảm biến đo nhiệt độ sử dụng phổ biến trong các phòng thí nghiệm, y tế, công nghiệp thực phẩm, hệ thống thông gió.

Nó có cấu tạo gồm 2 dây kim loại khác nhau được hàn dính 1 đầu gọi là đầu nóng (hay đầu đo), đầu còn lại là đầu lạnh (hay đầu chuẩn).

Vật liệu dùng để chế tạo ra cặp nhiệt loại T là đồng và constantan (là hợp kim với tỉ lệ 55% đồng và 45% niken).

Theo quy ước quốc tế, dây P (cực dương) được làm từ đồng và được quy ước là dây màu đỏ. Trong khi, dây còn lại - dây N (cực âm) được làm từ constantan và được quy ước là dây màu xanh da trời.

Cặp nhiệt loại này có khả năng chống ăn mòn cao, sử dụng trong môi trường oxy hóa, khí trơ, môi trường chân không. Dây nhiệt độ hoạt động từ  $-200^{\circ}\text{C}$  tới  $350^{\circ}\text{C}$  thể

hiện cặp nhiệt loại T được dùng trong nghiên cứu này.

#### c. Đo nhiệt độ không khí

Nhiệt kế điện tử Tasco TA410AX đo nhiệt độ bề mặt và nhiệt độ không khí với dây đo từ  $-50^{\circ}\text{C}$  –  $200^{\circ}\text{C}$ .

Nhiệt kế có độ chính xác cao, đặc biệt trong phạm vi nhiệt độ điều hòa không khí ( $-30 \sim 100^{\circ}\text{C}$ ). Thời gian phản hồi ngắn, thao tác nhanh, các loại cảm biến phong phú phù hợp cho nhiều mục đích sử dụng.

Bộ cảm biến và bộ phận chính có thể được kết nối trực tiếp hoặc kết nối bằng dây nối.

giúp sinh viên hiểu rõ hơn về chu trình lạnh (nguyên lý hoạt động của một hệ thống lạnh) từ đó tư duy được các nguyên nhân ảnh hưởng và cách nâng cao năng suất lạnh, hệ số làm lạnh của hệ thống.



### 3.2.3 Quy trình thí nghiệm

**Bước 1:** Kích chuột trái vào các biểu tượng van điện từ V1, V2, V5 (Van đã mở khi chuyển từ màu trắng sang màu xanh).

**Bước 2:** Kích chuột trái vào biểu tượng quạt dàn lạnh (Quạt dàn lạnh đã bật chuyển từ màu trắng khi sang màu xanh).

**Bước 3:** Kích chuột trái vào biểu tượng quạt dàn nóng (Quạt dàn nóng đã bật chuyển từ màu trắng khi sang màu xanh).

**Bước 4:** Kích chuột trái vào biểu tượng máy nén (Máy nén đã bật chuyển từ màu trắng khi sang màu xanh).

**Bước 5:** Cho hệ thống làm lạnh trong 5 phút. Ghi nhận các thông số: Nhiệt độ, áp suất môi chất lạnh tại các điểm nút trên màn hình hiển thị điền vào bảng 1 thông số vận hành (câu a)

**Bước 6:** Sử dụng cảm biến nhiệt độ gắn trước và sau TBNT, TBBH để ghi nhận sự thay đổi nhiệt độ không khí vào ra TBNT, TBBH vào bảng 2 thông số vận hành (câu a)

**Bước 7:** Kết thúc thí nghiệm: Kích chuột trái vào biểu tượng van điện từ V2 để ngắt nguồn van V2 (Van đóng

khí chuyển từ màu xanh ( ) sang màu trắng ( ) để hệ thống hút kiệt đạt giá trị áp suất hút ngừng máy nén.

**Bước 8:** Khi áp suất hút  $p_1 < 1,8$  bar thì kích chuột trái vào biểu tượng máy nén để ngắt nguồn máy nén (Máy nén tắt khi chuyển từ màu xanh sang màu trắng).

**Bước 9:** Kích chuột trái vào biểu tượng quạt dàn nóng, quạt dàn lạnh, van điện từ V1, V5 để ngắt nguồn quạt dàn nóng, quạt dàn lạnh, van điện từ V1, V5 (Thiết bị tắt khi chuyển từ màu xanh sang màu trắng).

Hệ thống lạnh ngừng hoạt động.

### 3.2.4 Kết quả thí nghiệm

a. Hoàn thành bảng thông số vận hành của chu trình hệ thống lạnh, biết:

- Điểm nút: (1) Đầu hút máy nén  
(2) Đầu đẩy máy nén  
(3) Sau Thiết bị ngưng tụ  
(4) Trước tiết lưu  
(5) Sau tiết lưu  
(6) Sau Thiết bị bay hơi

❖ Bảng 1: Bảng thông số trạng thái tại các điểm nút của chu trình:

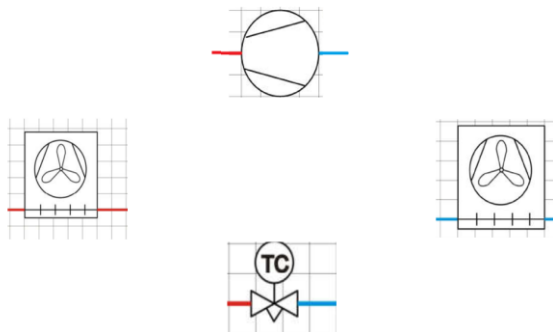
Điểm nút	Nhiệt độ (°C)	Áp suất (bar)
1		
2		
3		
4		
5		
6		

❖ Bảng 2: Sự thay đổi nhiệt độ không khí tại các thiết bị

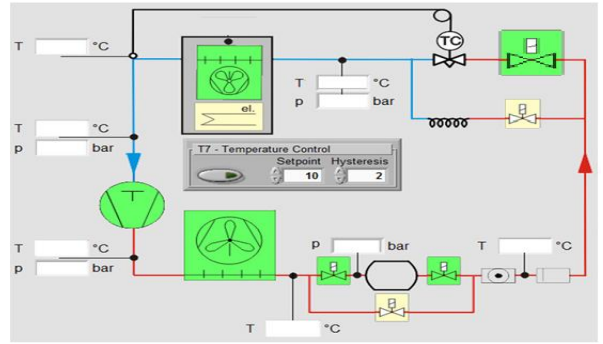
Không khí tại thiết bị	Nhiệt độ không khí vào (°C)	Nhiệt độ không khí ra (°C)	Kết luận về quá trình trao đổi nhiệt
Thiết bị ngưng tụ			
Thiết bị bay hơi			

b. Xử lý kết quả thí nghiệm:

❖ Hãy kết nối các thiết bị thành sơ đồ hệ thống lạnh hoàn chỉnh:



❖ Điền các thông số nhiệt độ, áp suất trên sơ đồ nguyên lý:



❖ Các quá trình biến đổi trạng thái của môi chất lạnh trong hệ thống lạnh:

Quá trình	Tại thiết bị	Sự thay đổi nhiệt độ (°C)	Sự thay đổi áp suất (bar)	Chức năng
1 – 2				
2 – 3				
3 – 4				
4 – 5				
5 – 6				
6 – 1				

❖ Nguyên lý làm việc của hệ thống lạnh:

c. Tính toán chu trình:

❖ Bảng thông số trạng thái tại các điểm nút:

Điểm nút	t(°C)	p (bar)	v (m³/kg)	i (kJ/kg)	s (kJ/kg.độ)	Trạng thái
1						
2						
3						
4						
5						
6						

❖ Biểu diễn các điểm nút trên đồ thị thực lg p – h:

❖ Tính toán chu trình: Nhiệt lượng nhả ra tại nguồn nóng, nhiệt cấp vào cho nguồn lạnh, công và hệ số làm lạnh của chu trình ngược chiều.

## 4. Kết quả

Sau khi sinh viên xuống thí nghiệm và hoàn tất bài đánh giá nộp lại cho giảng viên. Nhóm tác giả đã nhận thấy rằng các bạn sinh viên đã củng cố và nâng cao được kiến thức, kỹ năng làm bài và đạt được chuẩn đầu ra, cụ thể như sau: (Bảng điểm CĐNL 21A – Môn: Kỹ Thuật Lạnh).

### DANH SÁCH SINH VIÊN

STT	MSSV	HỌ TÊN	NGÀY SINH	C.CÁN	Điểm TN 1	THI L1	THI L2	T.KẾT L1	T.KẾT L2	GHI CHÚ
1	0304211001	Cáp Hoài	Bảo	12/11/2003	9					
2	0304211002	Lê Gia	Bảo	21/02/2003	8					
3	0304211003	Lưu Gia	Bảo	22/07/2003	9					
4	0304211005	Trần Văn	Cánh	04/05/2003	9					
5	0304211006	Lê Văn	Chiến	06/07/2003	8					
6	0304211007	Lê Xuân	Cống	07/08/2003	8					
7	0304211010	Trần Công	Danh	19/12/2003	8					
8	0304211012	Nguyễn	Duy	06/03/2003	6					
9	0304211014	Phạm Lê	Duy	18/05/2003	7					
10	0304211018	Phạm Quốc	Đạt	14/05/2003	8					
11	0304211019	Phạm Tiến	Đạt	16/07/2003	9					
12	0304211020	Nguyễn Trần Trọng	Đức	31/05/2003	6					
13	0304211021	Vũ Trần Trường	Giang	26/08/2003	9					
14	0304211022	Nguyễn Hoàng	Hải	06/01/2003	9					
15	0304211023	Trần Trọng	Hạnh	03/08/2003						
16	0304211025	Đặng Trung	Hiếu	28/07/2003	8					
17	0304211026	Hồ Vũ Trung	Hiếu	03/04/2002	6					
18	0304211027	Huyền Thanh	Hiệp	22/04/2003	7					
19	0304211028	Đỗ Hoàng	Hoa	13/11/2003	9					
20	0304211029	Lê Thành	Hoàng	12/01/2001	7					

21	0304211030	Đặng Thanh	Huy	03/05/2003	8					
22	0304211031	Huyền Việt	Huy	31/10/2003	7					
23	0304211033	Dương Chí	Hùng	16/01/2003	9					
24	0304211035	Cao Gia	Hùng	02/01/2003	7					
25	0304211036	Lý Quốc	Hùng	08/01/2003	8					
26	0304211037	Nguyễn Khánh	Hùng	27/01/2003	6					
27	0304211038	Nhan Đông	Hùng	26/10/2003	6					
28	0304211039	Nguyễn Đình	Hường	04/01/2003	8					HO-KPLN-HKC
29	0304211040	Lê Anh	Kha	18/07/2003	8					
30	0304211041	Lê Béc	Kham	26/12/2003	9					
31	0304211042	Trần Anh	Khang	07/02/2003	8					
32	0304211043	Lê Tuấn	Khai	11/07/2003	6					
33	0304211045	Lê Tuấn	Kiệt	19/09/2003	8					
34	0304211046	Phạm Đức	Kiệt	05/11/2003	8					
35	0304211047	Ngô Văn	Lâm	28/02/2003	9					
36	0304211049	Huyền Tấn	Lộc	23/07/2003	7					
37	0304211051	Đặng Ngọc Phương	Nam	06/08/2003	9					
38	0304211053	Huyền Văn	Nghia	01/03/2003	8					
39	0304211054	Bùi Trung	Nguyễn	01/06/2003	9					
40	0304211055	Mai Anh	Nhiên	12/01/2003	9					
41	0304211057	Nguyễn Quang	Nhật	27/04/2003	9					
42	0304211060	Lê Trường	Phú	28/03/2003	9					
43	0304211061	Nguyễn Kiệt	Quang	15/12/2003	6					
44	0304211062	Nguyễn Tùng	Quân	05/08/2003	9					
45	0304211063	Thái Diệp Minh	Quân	29/12/2002	7					
46	0304211066	Nguyễn Văn	Tài	13/01/2003	8					
47	0304211067	Nguyễn Nhật	Tân	26/08/2003	6					
48	0304211068	Hồ Nhật	Thành	22/06/2003	6					
49	0304211069	Nguyễn Ngọc	Thành	29/09/2003	8					
50	0304211070	Nguyễn Trung	Thành	05/08/2003						
51	0304211071	Lê Minh	Thảo	01/07/2003	8					
52	0304211073	Võ Trường	Thọ	19/08/2003	7					
53	0304211074	Huyền Văn	Thông	30/04/2002	6					
54	0304211075	Ngô Quân	Thuận	21/02/2003	6					
55	0304211076	Phan Nguyễn Tấn	Thuận	05/11/2003	8					
56	0304211079	Trương Công	Thường	06/09/2003	8					
57	0304211080	Phạm Minh	Tiến	03/02/2003	7					
58	0304211081	Nguyễn Hữu	Tĩnh	01/09/2003	9					
59	0304211082	Lê Quang	Tin	04/06/2003	8					
60	0304211083	Phạm Minh	Tối	15/04/2003	6					
61	0304211084	Phan Phú	Trong	31/07/2003	8					
62	0304211085	Nguyễn Lâm Lam	Trường	16/09/2002	9					
63	0304211088	Lê Minh	Tuấn	22/08/2003	8					
64	0304211089	Nguyễn Ngọc	Tuệ	29/10/2003	7					
65	0304211090	Ngô Thành	Vinh	11/11/2003	7					
66	0304211092	Trần Văn	Xuân	26/06/2003	6					
67	0304211093	Kadek Suastika	Yasa	09/12/2003	7					
68	0304201101	Vũ Thành	Đông	20/08/2002						HO-COM20B-KTLN
69	0304201272	Nguyễn Võ Minh	Danh	12/04/2002						HO-COM20D-KTLN

### Tổng kết:

- Tỷ lệ sinh viên trên 8 điểm: 61.54%
- Tỷ lệ sinh viên 7 điểm: 18,46
- Tỷ lệ sinh viên 6 điểm: 20%
- Tỷ lệ sinh viên dưới 5 điểm: 0%

### 5. Kết luận

Việc bổ sung thí nghiệm vào các bài giảng lý thuyết có ý nghĩa to lớn trong việc hình thành tư duy, củng cố, ôn tập và hoàn thiện những kiến thức mà sinh viên đã học lý thuyết trước đó.

Thông qua các thí nghiệm thí về chu trình máy lạnh nén hơi và máy nén lạnh trong môn Kỹ thuật lạnh giúp sinh viên hiểu rõ hơn về chu trình lạnh (nguyên lý hoạt động của một hệ thống lạnh) từ đó tư duy được các nguyên nhân ảnh hưởng và cách nâng cao năng suất lạnh, hệ số làm lạnh của hệ thống.

### LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả chân thành cảm ơn Trường Cao đẳng Kỹ thuật Cao Thắng, Khoa Công nghệ Nhiệt – Lạnh đã tạo điều kiện để nhóm tác giả thực hiện biên soạn thí nghiệm cho môn học Kỹ Thuật Lạnh.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ môn Nhiệt lạnh ĐKT Cao Thắng – Giáo trình Kỹ Thuật Lạnh – lưu hành nội bộ - 2019
- [2] Nguyễn Đức Lợi, Lê Xuân Hòa, Hoàng An Quốc – Giáo trình Kỹ Thuật Lạnh – Nhà Xuất Bản Bách Khoa Hà Nội – 2018