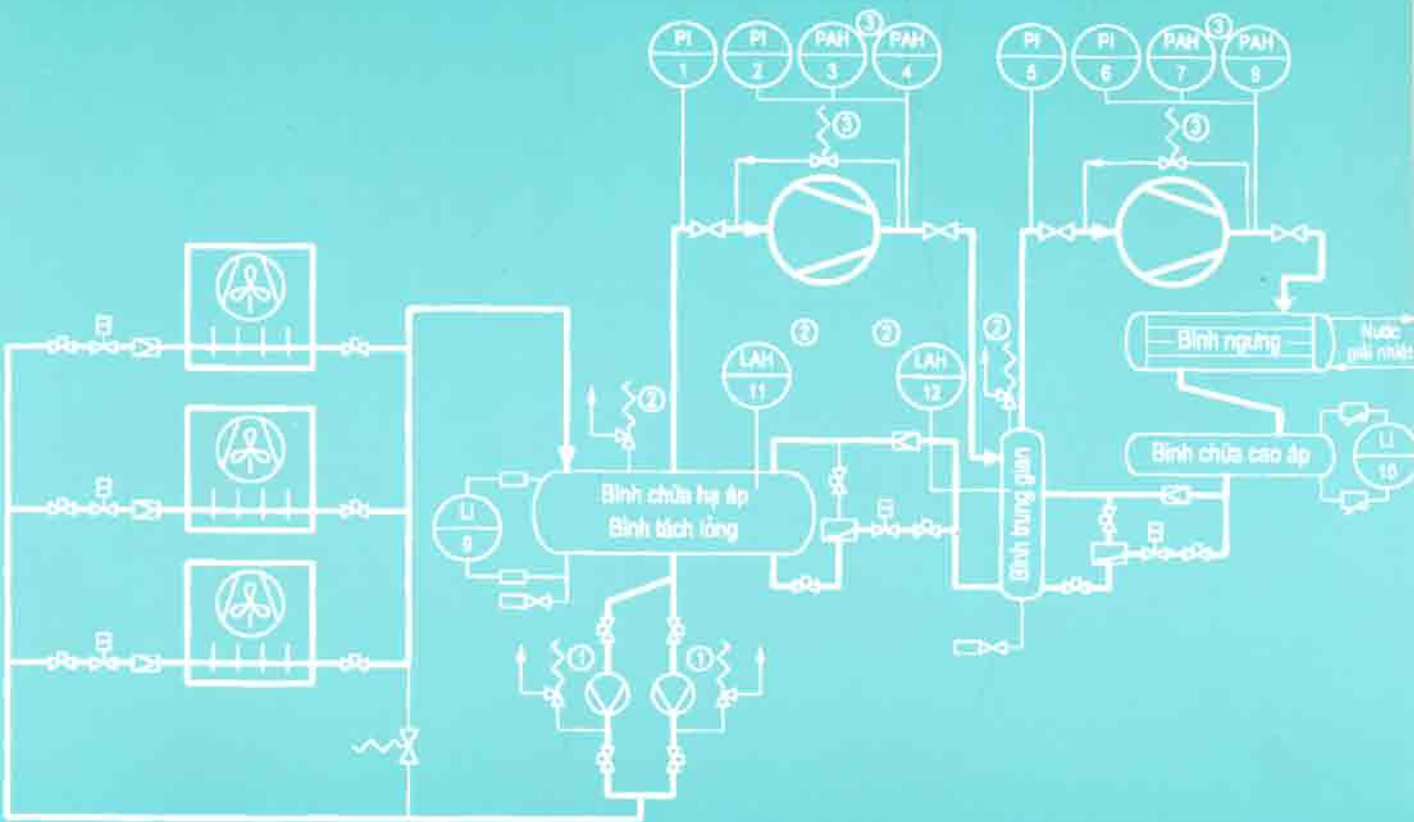


NGUYỄN ĐỨC LỢI

# TỰ ĐỘNG HÓA HỆ THỐNG LẠNH



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

PGS. TS. NGUYỄN ĐỨC LỢI

# TỰ ĐỘNG HÓA HỆ THỐNG LẠNH

*(Tái bản lần thứ ba)*

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

## LỜI NÓI ĐẦU

Trong những năm qua, tự động hóa hệ thống lạnh đã có những bước tiến nhảy vọt do nhanh chóng tiếp thu được những thành quả của kỹ thuật điện tử, thông tin cũng như của các ngành khoa học kỹ thuật khác.

Các trang thiết bị và dụng cụ tự động hóa ngày càng phát triển và hoàn thiện. Việc vận hành bằng tay nhanh chóng được thay thế bằng vận hành tự động. Các hệ thống lạnh nhỏ và trung thường được tự động hóa hoàn toàn, tự động hoạt động hàng tháng, thậm chí hàng năm không cần công nhân vận hành. Các hệ thống được hoàn chỉnh tại nhà máy đến phích cắm (người vận hành chỉ cần cắm điện). Các hệ thống lớn thường có trung tâm điều khiển, điều chỉnh, báo hiệu và bảo vệ tự động. Nhờ tự động hóa mà hệ thống lạnh có thể vận hành tự động, an toàn, kinh tế, hiệu quả tối ưu và không cần sự tham gia thường xuyên của công nhân vận hành.

Kỹ thuật lạnh ở Việt Nam đang phát triển rất mạnh mẽ, nhu cầu về một cuốn giáo trình: "Tự động hóa hệ thống lạnh" là rất lớn. Giáo trình phải đáp ứng được lý thuyết chung một cách có hệ thống về tự động hóa máy và thiết bị lạnh làm tài liệu giảng dạy và học tập cho sinh viên chuyên ngành Lạnh. Mặt khác giáo trình cũng cần giới thiệu được các kiến thức cơ sở, các sơ đồ hệ thống tự động tiêu biểu, các đặc tính kỹ thuật, nguyên lý cấu tạo và làm việc của các dụng cụ và thiết bị tự động thường gặp giúp bạn đọc nhanh chóng nắm bắt các hiểu biết cần thiết, tự thiết kế, cài tạo, lắp đặt, bảo dưỡng, sửa chữa, thay thế các dụng cụ, thiết bị thậm chí cả hệ thống tự động của máy lạnh đang vận hành thực tế tại cơ sở sản xuất.

Giáo trình gồm bốn phần: 1 - Cơ sở kỹ thuật điện; 2 - Cơ sở điều khiển điện trong hệ thống lạnh; 3 - Tự động hóa hệ thống lạnh; 4 - Các dụng cụ và thiết bị tự động. Các phần 2, 3, 4 sử dụng để giảng dạy và học tập cho sinh viên chính quy và cao học. Phần 1 dùng để bổ túc thêm kiến thức về kỹ thuật điện với các ứng dụng cụ thể trong kỹ thuật lạnh cho công nhân kỹ thuật và vận hành cũng như các cán bộ đang trực tiếp sử dụng lạnh để tiện tra cứu và tính toán đường dây cũng như khi cụ điện cần thiết.

Tuy đã rất cố gắng, song giáo trình chắc chắn không tránh khỏi sai sót, nhầm lẫn, rất mong được sự góp ý, chỉ bảo của bạn đọc xa gần để giáo trình ngày càng hoàn thiện hơn. Các ý kiến xin gửi về NXB Giáo dục 81 Trần Hưng Đạo Hà Nội, Tel. 8222393, NR. 7165860.

Chúng tôi xin chân thành cảm ơn NXB Giáo dục, các đồng nghiệp trong Bộ môn Nhiệt - Lạnh đặc biệt GS. TS. Đặng Quốc Phú, PGS. TS. Phạm Văn Tùy DHBK Hà Nội đã có những đóng góp quý báu để giáo trình được hoàn thành.

Giáo trình này cũng để chào mừng 90 năm Thành lập Viện lạnh Quốc tế Pari (1908 - 1998) và ngày thành lập Hội lạnh và Điều hòa không khí Việt Nam VIARE (30-5-1998).

PGS. TS NGUYỄN ĐỨC LỢI

Phó Chủ tịch Hội lạnh và đhkk Việt Nam

## CHƯƠNG 1

## CƠ SỞ KỸ THUẬT ĐIỆN

## 1.1. NHỮNG KHÁI NIỆM

## 1.1.1. Điện tích

Khái niệm điện tích dựa trên "Mô hình nguyên tử Bohr" do nhà vật lý Đan Mạch xây dựng :

- Nguyên tử bao gồm các hạt cơ bản electron, proton và nơtron
- Proton và nơtron nằm trong nhân nguyên tử
- Các electron chuyển động trên các quỹ đạo khác nhau quanh hạt nhân.
- Số lượng proton và electron trong một nguyên tử cân bằng về điện là bằng nhau.

Các nguyên tố khác nhau có các đặc điểm khác nhau cơ bản về số lượng electron và quỹ đạo chuyển động. Chúng được sắp xếp trong bảng tuần hoàn các nguyên tố. Các hạt cơ bản có khối lượng và điện tích như sau :

	Khối lượng, g	Điện tích, As
electron	$9,1 \cdot 10^{-28}$	$- 1,6 \cdot 10^{-19}$
proton	$1,6 \cdot 10^{-24}$	$1,6 \cdot 10^{-19}$
nơtron	$1,6 \cdot 10^{-24}$	0

Như vậy, điện tích của electron và proton là bằng nhau nhưng khác dấu, còn nơtron không mang điện tích.

Điện tích xác định theo biểu thức :

$$Q = N \cdot e, \text{ As} \quad (1.1)$$

trong đó :

- Q - điện tích ;
- N - số lượng điện tích cơ bản ;
- e - điện tích cơ bản :  $e = \pm 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ As}$

Để hiểu rõ hơn khái niệm điện tích ta có thể theo dõi thí dụ sau :

**Thí dụ 1.1 :**

Một acquy có điện tích 60 Ah (ampe - giờ). Hỏi có bao nhiêu điện tích cơ bản ?

**Giải :**

$$\text{Từ (1.1) có : } N = \frac{Q}{e} = \frac{60\text{Ah} \cdot 3600\text{s/h}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{As}} = 1,35 \cdot 10^{24}$$

Như vậy, số lượng điện tích cơ bản của acquy 60 Ah là rất lớn.

### 1.1.2. Dòng điện

Trong nguyên tử, các electron chuyển động chung quanh nhân nhưng bị hút và quay quanh nhân. Lực hút giảm theo bình phương khoảng cách từ tâm tới electron. Những electron nằm trên quỹ đạo ngoài cùng có thể thoát khỏi lực hút của tâm và trở thành các electron tự do. Nếu các electron tự do chuyển động theo một hướng nhất định, người ta gọi đó là *dòng điện*.

*Dòng điện* là dòng chuyển động của electron theo một hướng nhất định.

*Cường độ dòng điện* : là số lượng điện tích  $Q$  chuyển động qua một dây dẫn trong thời gian  $\tau$  là 1 giây. Cường độ dòng điện kí hiệu  $I$  và đơn vị là A (Ampe). Đo cường độ dòng điện bằng Ampe kế (hình 1.1)

$$I = \frac{Q}{\tau}, \text{ A} \quad (1.2)$$

*Mật độ dòng điện  $S$*  : là tỷ số của cường độ dòng điện trên tiết diện của dây dẫn, đơn vị là  $\text{A/mm}^2$ .

$$S = \frac{I}{F} \text{ A/mm}^2 \quad (1.3)$$

**Thí dụ 1.2 :**

Theo tiêu chuẩn VDE0100, dòng điện cho phép của dây đồng nhóm 2 với tiết diện dây  $1,5\text{mm}^2$  là 18A và  $2,5 \text{ mm}^2$  là 26A. Hãy xác định mật độ dòng điện tương ứng.

**Giải :**

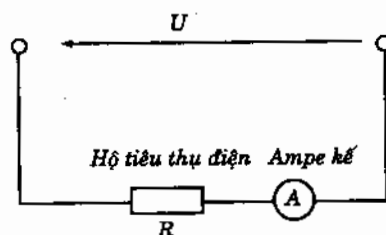
$$S_1 = \frac{I_1}{F_1} = \frac{18\text{A}}{1,5 \text{ mm}^2} = 12 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2}$$

$$S_2 = \frac{I_2}{F_2} = \frac{26\text{A}}{2,5 \text{ mm}^2} = 10,4 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2}$$

### 1.1.3. Điện thế

*Điện thế* là hiệu điện tích giữa hai dây dẫn riêng biệt. Điện thế ký hiệu là  $U$ , đơn vị là V (Volt).

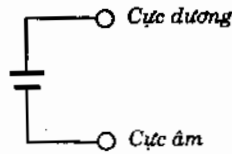
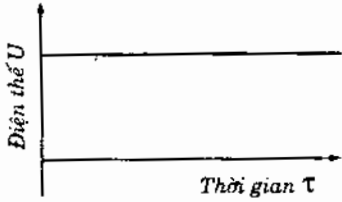
Khi nối một hệ tiêu thụ điện (thí dụ bóng đèn) vào hai dây dẫn có điện thế sẽ xuất hiện một dòng điện đi qua. Trong kỹ thuật dòng điện quy ước là đi từ cực dương tới



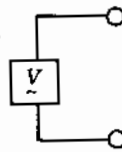
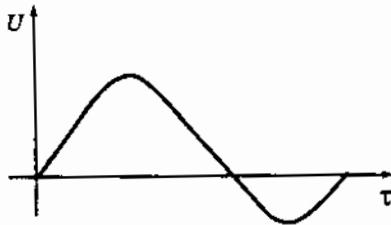
Hình 1.1. Ký hiệu mắc Ampe kế trong mạng. Ampe kế luôn mắc nối tiếp với hệ tiêu thụ.

cực âm. Thực tế, dòng electron tự do chuyển động theo hướng ngược lại từ cực âm sang cực dương.

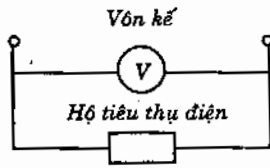
Có 2 loại điện thế : *một chiều* và *xoay chiều* (hình 1.2 và 1.3). Đo điện thế bằng Volt kế (hình 1.4).



Hình 1.2. Điện một chiều. Điện thế không đổi theo thời gian và ký hiệu.



Hình 1.3. Điện xoay chiều. Điện thế xoay chiều biến thiên dạng hình sin theo thời gian và ký hiệu.



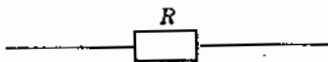
Hình 1.4. Ký hiệu mắc Volt kế trong mạng. Volt kế luôn mắc song song với hộ tiêu thụ điện.

### 1.1.4. Điện trở

Trước hết có thể coi mỗi hộ tiêu thụ điện (bóng đèn điện, bếp điện, động cơ điện...) là một hộ tiêu thụ điện. Các hộ tiêu thụ này làm nhiệm vụ biến đổi điện năng thành nhiệt năng (bóng đèn, bếp điện...) hoặc cơ năng (động cơ)...

Chúng được là điện trở vì chúng có trở kháng cao đối với dòng chuyển động của electron.

Điện trở được ký hiệu bằng chữ cái  $R$  và đơn vị là Ohm ;  $\Omega$  (chữ cái Hy Lạp). Điện trở trên sơ đồ được ký hiệu bằng một hình chữ nhật (hình 1.5) và được đo bằng Ohm kế (hình 1.6).



Hình 1.5. Điện trở.



Hình 1.6. Ký hiệu của Ohm kế.

Có hai trường hợp cực đoan cần phân biệt :

1. Điện trở vô cùng lớn :  $R = \infty\Omega$

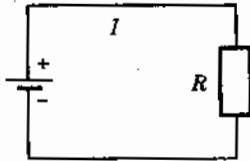
Trường hợp này gọi là *hở mạch*, không có hộ tiêu thụ mắc vào nguồn điện. Cường độ dòng điện bằng không và có thể nói là tải điện gần bằng không.

## 2. Điện trở vô cùng nhỏ : $R = 0 \Omega$

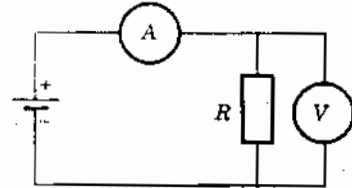
Trường hợp này gọi là *chập mạch*. Do không có điện trở nên cường độ dòng điện là vô cùng lớn và có thể gọi là tải điện vô cùng lớn.

### 1.1.5. Mạch điện

Khi mắc một điện trở (hệ tiêu thụ điện) vào nguồn điện một chiều hay xoay chiều ta được một mạch điện. Hình 1.7 giới thiệu một mạch điện một chiều.



Hình 1.7. Mạch điện.



Hình 1.8. Mắc Ampe kế và Volt kế trong mạch điện.

Nếu muốn đo cường độ dòng điện  $I$  và điện thế  $U$  cần phải mắc nối tiếp Ampe kế và mắc song song Volt kế vào mạch điện (hình 1.8).

## 1.2. TÍNH CHẤT CÁC ĐIỆN TRỞ

### 1.2.1. Định luật Ohm

Cường độ dòng điện tỷ lệ thuận với điện thế và tỷ lệ nghịch với điện trở. Dòng điện càng lớn khi điện thế càng lớn và điện trở càng nhỏ và ngược lại.

$$I = \frac{U}{R}, \text{ đơn vị } A = \frac{V}{\Omega} \quad (1.4)$$

*Thí dụ 1.3 :*

Điện trở của bộ xả băng đo được là  $R = 500 \Omega$ , điện thế  $U = 220V$ . Hỏi dòng điện là bao nhiêu ?

*Giải :*

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220V}{500\Omega} = 0,44 A$$

*Thí dụ 1.4 :*

Một điện trở đo được trong mạch điện với Ampe kế và Volt kế là  $I = 1 \text{ mA}$  và  $U = 50 V$ . Hỏi điện trở là bao nhiêu ?

*Giải :*

$$R = \frac{U}{I} = \frac{50V}{1 \cdot 10^{-3} A} = 50 \cdot 10^3 \Omega = 50 \text{ k}\Omega.$$

*Thí dụ 1.5 :*

Một điện trở có  $R = 1 \text{ k}\Omega$  mắc trong một mạch điện. Cường độ dòng điện chạy qua điện trở đo được là  $220 \text{ mA}$ . Hỏi điện thế qua điện trở là bao nhiêu ?

*Giải :*

$$U = RI = 1000\Omega \cdot 0,220 A = 220 V.$$

### 1.2.2. Điện trở dây dẫn

Các loại vật liệu khác nhau có khả năng dẫn điện khác nhau. Đặc trưng cho khả năng dẫn điện đó là *điện trở suất* kí hiệu là  $\rho$  (Rho) và đơn vị là  $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ .

Điện trở suất là điện trở tính bằng  $\Omega$  của một dây dẫn có chiều dài một mét và tiết diện một milimét vuông. Khả năng dẫn điện của dây dẫn là số nghịch đảo của điện trở suất kí hiệu  $\mathcal{K}$  (Kappa) và được gọi là *điện dẫn suất* :

$$\mathcal{K} = \frac{1}{\rho}, \text{ đơn vị } \frac{\text{m}}{\Omega \text{mm}^2}$$

Điện trở suất  $\rho$  có thể tra trong bảng có sẵn. Thí dụ, bảng 1.1 giới thiệu một số giá trị  $\rho$  của một số dây dẫn kim loại khác nhau :

BẢNG 1.1

Kim loại	Điện trở suất $\rho$ ở nhiệt độ $20^\circ\text{C}$ , $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$
Nhôm	0,0278
Vàng	0,0230
Đồng	0,0178
Bạc	0,0160

Điện trở suất càng nhỏ, khả năng dẫn điện càng tốt và tổn thất điện năng trên đường dây càng nhỏ. Dây dẫn điện tốt nhất theo bảng trên là bạc.

Điện trở của dây dẫn phụ thuộc vào kích thước hình học của dây, tỷ lệ thuận với chiều dài  $l$  và tỷ lệ nghịch với tiết diện  $S$  :

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S}, \text{ đơn vị } \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{mm}^2} \cdot \text{m} = \Omega \quad (1.5)$$

**Thí dụ 1.6 :**

Một dây dẫn bằng đồng tiết diện  $1,5\text{mm}^2$  và chiều dài  $500\text{m}$  có điện trở bao nhiêu ?

**Giải :**

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S} = \frac{0,0178 \cdot 500}{1,5} = 5,9 \Omega$$

**Thí dụ 1.7 :**

Một dây dẫn bằng đồng dài  $300\text{m}$  cần phải có tiết diện nhỏ nhất bao nhiêu để điện trở không vượt quá  $0,8 \Omega$ .

**Giải :**

$$S = \frac{\rho \cdot l}{R} = \frac{0,0178 \cdot 300}{0,8} = 6,68 \text{mm}^2$$

Các dây dẫn điện được chế tạo theo tiêu chuẩn nên không thể có tiết diện tùy ý. Dây dẫn lựa chọn cho công trình cần có tiết diện bằng hoặc lớn hơn tiết diện tính toán. Bảng 1.2 giới thiệu tiết diện tiêu chuẩn dây đồng dùng cho kỹ thuật lạnh (đến  $70 \text{mm}^2$ ) loại nhiều sợi với vỏ bọc các loại kể cả vỏ bảo vệ bằng chì.



**BẢNG 1.2. Tiết diện dây, cường độ chịu tải và cầu chì dây điện dùng trong kỹ thuật lạnh theo VDE0100 (CHLB Đức)**

Tiết diện tiêu chuẩn, mm <sup>2</sup>	0,75	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70
Cường độ chịu tải, A	12	15	18	26	34	44	61	82	108	135	168	207
Cầu chì, A	6	10	10	20	25	35	50	53	80	100	125	160

**Thí dụ 1.8 :**

Một hệ thống lạnh đặt cách trạm điện 700m. Dây điện dùng cho hệ thống lạnh bằng đồng có điện trở không quá 0,8 Ω

- Hỏi : a) Dây dẫn cần có tiết diện bao nhiêu ?  
 b) Cần chọn tiết diện nào ?  
 c) Dây chọn có điện trở bao nhiêu ?

**Giải :**

$$a) S = \frac{l \cdot \rho}{R} = \frac{700m \cdot 0,0178 \Omega \cdot mm^2/m}{0,8 \Omega} = 15,58 mm^2$$

b) Theo bảng 1.2 chọn  $S = 16 mm^2$

c) Điện trở của dây dẫn lựa chọn :

$$R = \frac{700m \cdot 0,0178 \Omega mm^2/m}{16mm} = 0,78 \Omega.$$

### 1.2.3. Sự phụ thuộc nhiệt độ của điện trở

Điện trở suất giới thiệu ở bảng 1.1 là ở nhiệt độ 20°C. Khi nhiệt thay đổi, điện trở suất cũng thay đổi. Nhiệt độ tăng, điện trở tăng. Độ tăng trở của dây dẫn của từng loại vật liệu được bao quát bằng hệ số tăng điện trở do nhiệt độ :  $\alpha$  (Alpha), đơn vị là 1/K.

Các kim loại đồng, bạc và nhôm có  $\alpha$  gần giống nhau  $\alpha = 0,004 K^{-1}$ .

Các giá trị chính xác cho các vật liệu khác nhau có thể tìm trong bất kỳ sổ tay kỹ thuật điện nào.

$$\text{Độ tăng điện trở do nhiệt độ : } \Delta R = R \cdot \alpha \cdot \Delta t, \Omega \tag{1.6}$$

$$\text{Điện trở ở trạng thái nhiệt độ mới : } R_t = R + \Delta R \tag{1.7}$$

$$R_t = R + R\alpha\Delta t = R(1 + \alpha\Delta t) \tag{1.8}$$

**Thí dụ 1.9 :**

Một cuộn dây bằng đồng có điện trở ở 20°C là 500 Ω. Sau thời gian làm việc kéo dài nhiệt độ tăng lên 65°C. Hỏi điện trở của cuộn dây ở nhiệt độ 65°C là bao nhiêu ?

**Giải :**

$$\Delta t = 65 - 20 = 45K$$

$$R_t = R(1 + \alpha\Delta t) = 500(1 + 0,004 \cdot 45) = 590 \Omega$$

18.000  
18.000  
18.000

### 1.2.4. Nhiệt kế điện trở

Điện trở thay đổi theo nhiệt độ do đó khi xác định được điện trở của dây dẫn ta có thể gián tiếp xác định được nhiệt độ. Đó là nguyên tắc làm việc của nhiệt kế điện trở dùng trong kỹ thuật lạnh.

**Thí dụ 1.10:**

Một điện trở bằng đồng có điện thế 2 đầu là 24V và điện trở 200Ω ở 20°C. Ở nhiệt độ mới điện trở là 230Ω.

Hỏi : nhiệt độ điện trở là bao nhiêu ?

**Giải :**

$$\Delta R = 230 - 200 = 30\Omega$$

$$\Delta t = \frac{\Delta R}{\alpha \cdot R} = \frac{30\Omega}{0,004K^{-1} \cdot 200\Omega} = 37,5 K$$

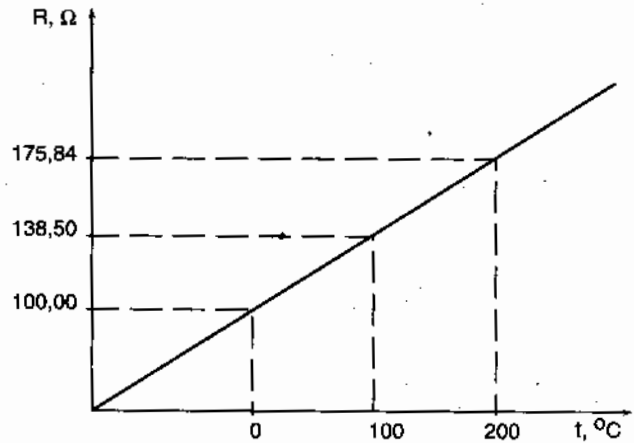
Nhiệt độ điện trở  $t = 20^\circ C + 37,5K = 57,5^\circ C$

Yêu cầu đặc biệt của nhiệt kế điện trở là :

- Có  $\alpha$  lớn ;
- Sự biến thiên của nhiệt độ và điện trở là tuyến tính ;
- Có kích thước nhỏ để chế tạo được các đầu cảm nhiệt nhỏ phù hợp với kỹ thuật đo.

Người ta tìm được 2 nguyên tố đáp ứng được các yêu cầu đó là Platin Pt và Niken Ni. Platin ngoài ra còn có tính chất quý báu là chống ăn mòn cao.

Ký hiệu các đầu cảm nhiệt thí dụ như sau : Pt100, Pt1000, Ni100... trong đó phần chữ cái chỉ vật liệu chế tạo còn phần số chỉ điện trở danh nghĩa ở 0°C. Ở đây không dùng nhiệt độ gốc 20°C mà dùng nhiệt độ gốc 0°C vì nhiệt độ chuẩn 0°C có thể thực hiện dễ dàng hơn nhiều với nước đá đang tan. Hình 1.9 giới thiệu đường đặc tính  $R = f(t)$  của Pt100.



Hình 1.9. Đường đặc tính điện trở phụ thuộc nhiệt độ  $R = f(t)$  của Pt100.

Ngoài ứng dụng đo nhiệt độ, không chế nhiệt độ hoặc bảo vệ nhiệt độ, chúng còn dùng làm đầu cảm nhiệt bán dẫn, còn gọi là thermistor.

Có 2 loại thermistor :

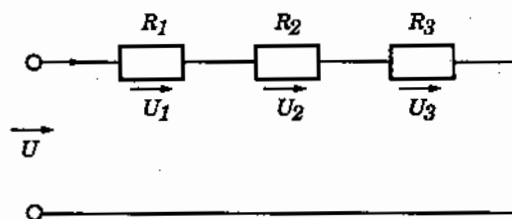
- Điện trở NTC (Negative Temperature Coefficient) ;
- Điện trở PTC (Positive Temperature Coefficient) ;

Khi nhiệt độ tăng điện trở NTC giảm và ngược lại điện trở PTC tăng.

### 1.2.5. Mạch điện trở

#### 1. Mạch điện trở nối tiếp

Mạch điện trở nối tiếp biểu diễn trên hình 1.10. Ba điện trở được mắc nối tiếp và đặt vào điện thế  $U$ .



Hình 1.10. Mạng điện trở nối tiếp (3 điện trở).

Dòng điện bằng nhau :

$$I_1 = I_2 = I_3 = I$$

Điện thế chung bằng tổng điện thế thành phần :  $U = U_1 + U_2 + U_3$

Tổng quát đối với mạng điện trở mắc nối tiếp có  $n$  điện trở :

$$\text{Cường độ : } I = I_1 = I_2 = \dots = I_n \quad (1.9)$$

$$\text{Điện thế : } U = U_1 + U_2 + \dots + U_n \quad (1.10)$$

$$\text{Điện trở tương đương : } R_{td} = R_1 + R_2 + \dots + R_n \quad (1.11)$$

*Thí dụ 1.11 :*

Cho biết mạng điện trở nối tiếp (hình 1.10) với  $U = 24V$ ,  $U_1 = 10V$ ,  $U_3 = 4V$ ,  $R_3 = 40\Omega$ . Xác định  $I$ ,  $U_2$ ,  $R_2, R_1$  và điện trở tương đương.

*Giải :*

Từ phương trình (1.10) có :  $U_2 = U - U_1 - U_3 = 24 - 10 - 4 = 10V$

Theo định luật Ohm phương trình 1.4 có :

$$I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{4V}{40\Omega} = 0,1A = I_2 = I_1 = I$$

$$R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{10V}{0,1A} = 100\Omega$$

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{10V}{0,1A} = 100\Omega$$

$$R_{td} = R_1 + R_2 + R_3 = 100\Omega + 100\Omega + 40\Omega = 240\Omega$$

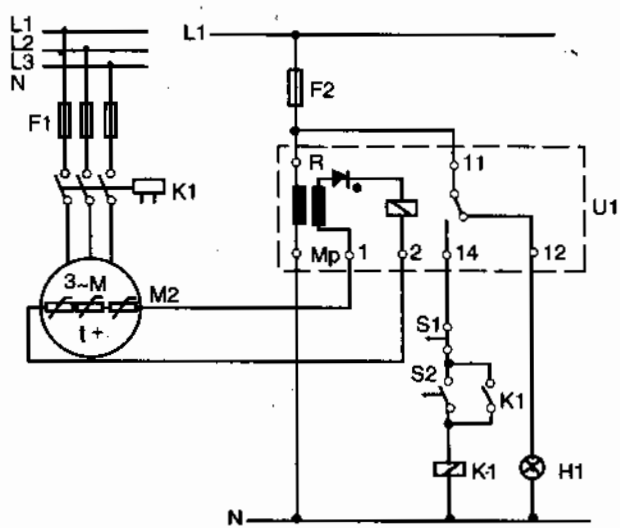
#### 2. Sơ đồ bảo vệ động cơ bằng thermistor

Bộ bảo vệ động cơ bằng thermistor là bộ bảo vệ quá tải nhiệt cho động cơ điện rất hiệu quả. Quá tải nhiệt (nhiệt độ trong cuộn dây động cơ tăng quá cao) có thể do các nguyên nhân :

- Mất pha ;
- Làm mát động cơ kém ;
- Nhiệt độ môi trường chung quanh quá cao ;
- Đóng, ngắt động cơ liên tục.

Hình 1.11 giới thiệu sơ đồ mạch bộ bảo vệ động cơ thermistor.

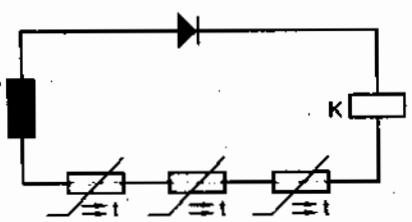
922.822  
1.660  
1.228.228



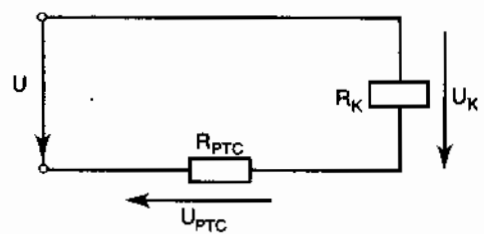
Hình 1.11. Sơ đồ mạch bảo vệ động cơ thermistor:

- S1 – Nút bấm "OFF"
- S2 – Nút bấm "ON"
- K1 – Bộ ngắt bảo vệ
- F1 – Cầu chì động cơ
- F2 – Cầu chì điều khiển 16A
- H1 – Đèn báo "HỒNG"
- M2 – Mô tơ được bảo vệ
- U1 – Dụng cụ điều khiển INT69.

Các đầu cảm PTC được mắc nối tiếp với role K và nối tiếp nguồn điện một chiều từ nguồn xoay chiều 220V hạ thế và chuyển sang dòng một chiều. Nếu chỉ biểu diễn mạch bảo vệ ta có mạch nối tiếp như hình 1.12.



Hình 1.12. Mạch bảo vệ động cơ thermistor : K – Role.



Hình 1.13. Mạch đơn giản.

Để rút gọn có thể biểu diễn mạch trên bằng mạch đơn giản (hình 1.13) trong đó 3 điện trở PTC thành 1 điện trở  $R_{PTC}$  và cuộn dây của role K thành 1 điện trở  $R_K$ .

Để giải thích sự hoạt động của role bảo vệ kiểu thermistor có thể sử dụng nguyên tắc mạch điện trở mắc nối tiếp. Ở nhiệt độ làm việc bình thường của động cơ các đầu cảm PTC có điện trở rất nhỏ, nhỏ hơn rất nhiều so với điện trở cuộn dây  $R_K$ . Chính vì vậy điện thế qua PTC rất nhỏ và điện thế chủ yếu nằm trên cuộn dây :  $U \approx U_K$ . Từ lực sinh ra ở cuộn dây đủ lớn để kéo lõi thép đóng tiếp điểm 11 - 14 của role K, đóng mạch cho động cơ làm việc.

Nếu nhiệt độ cuộn dây động cơ tăng quá mức cho phép (động cơ bị quá tải) do bất kỳ nguyên nhân nào đã kể thì điện trở PTC tăng lên rất nhanh, lớn hơn nhiều so với điện trở  $R_K$ , khi đó điện thế qua  $U_{PTC}$  lớn và điện thế  $U_K$  nhỏ. Lực điện từ của role không đủ giữ lõi thép làm cho role ngắt mạch động cơ để bảo vệ động cơ không bị cháy, đồng thời đóng mạch 11 - 12 để đèn báo hồng H1 sáng lên (xem thêm phần kỹ thuật điều khiển).

### 3. Mạng điện trở song song

Hình 1.14 biểu diễn mạng điện trở song song thí dụ của một hệ thống lạnh với các động cơ của máy nén lạnh, quạt dàn ngưng, quạt dàn bay hơi...

Khác với mạng nối tiếp, mạng song song với n điện trở có các quan hệ sau :

$$\text{Điện thế : } U_1 = U_2 = \dots = U_n = U \quad (1.12a)$$

$$\text{Từ (1.12a) có : } I_1 R_1 = I_2 R_2 = \dots = I_n R_n \quad (1.12b)$$

$$\text{Cường độ dòng điện : } I = I_1 + I_2 + \dots + I_n \quad (1.13)$$

$$\text{Điện trở : } \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad (1.14)$$

*Thí dụ 1.12 :*

Cho biết mạng điện trở song song như hình 1.14 với :

$$U = 220V ; R_1 = 100\Omega ; I_2 = 1,5A ; I = 4,0A$$

Xác định :  $R_2, I_1, I_3$  và  $R$ .

*Giải :*

$$R_2 = \frac{U}{I_2} = \frac{220V}{1,5A} = 146,67\Omega$$

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{220V}{100\Omega} = 2,2A$$

$$I_3 = I - I_1 - I_2 = 4A - 2,2A - 1,5A = 0,3A$$

$$R_3 = \frac{U}{I_3} = \frac{220V}{0,3A} = 733,33\Omega$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{100} + \frac{1}{146,67} + \frac{1}{733,33} \Rightarrow R = 55\Omega$$

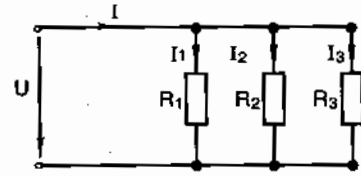
$$\text{Cũng có thể xác định } R \text{ từ : } R = \frac{U}{I} = \frac{220V}{4A} = 55\Omega$$

### 4. Mạch hỗn hợp

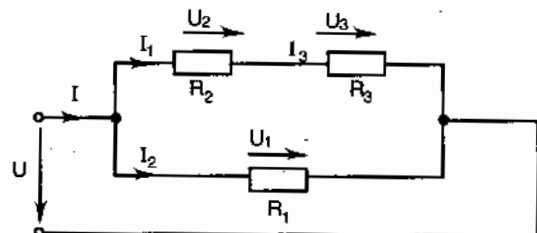
Mạch hỗn hợp gồm cả các điện trở mắc song song và nối tiếp. Khi tính toán cần kết hợp các biểu thức phù hợp của cả 2 mạch. Thí dụ sau đây giới thiệu cách tính toán mạch hỗn hợp.

*Thí dụ 1.13 :*

Cho biết mạch hỗn hợp như biểu diễn trên hình 1.15. Xác định a) Điện trở chung ; b) Các điện thế và cường độ thành phần.



Hình 1.14. Mạng điện trở song song.



Hình 1.15. Mạch hỗn hợp :

$$R_1 = 100\Omega \quad R_2 = 150\Omega \\ R_3 = 200\Omega \quad U = 100V.$$

**Giải :**

a) Đầu tiên tính toán mạch nối tiếp  $R_2$  và  $R_3$  :

$$R_{23} = R_2 + R_3 = 150 \Omega + 200 \Omega = 350 \Omega$$

$R_{23}$  nằm song song với  $R_1$  nên  $R$  tổng là :

$$R = \frac{R_1 \cdot R_{23}}{R_1 + R_{23}} = \frac{100 \Omega \cdot 350 \Omega}{100 \Omega + 350 \Omega} = 77,78 \Omega$$

b) Theo định luật Ohm có  $I$  tổng là :

$$I = \frac{U}{R} = \frac{100V}{77,78 \Omega} = 1,29 A$$

Dòng điện tổng  $I$  đó chia làm 2 nhánh theo định luật Ohm là :

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{100V}{100 \Omega} = 1 A$$

$$I_2 = I_3 = \frac{U}{R_{23}} = \frac{100V}{350 \Omega} = 0,286 A$$

Cũng theo định luật Ohm :

$$U_2 = I_2 \cdot R_2 = 0,286 A \cdot 150 \Omega = 42,9 V$$

$$U_3 = I_3 \cdot R_3 = 0,286 A \cdot 200 \Omega = 57,2 V$$

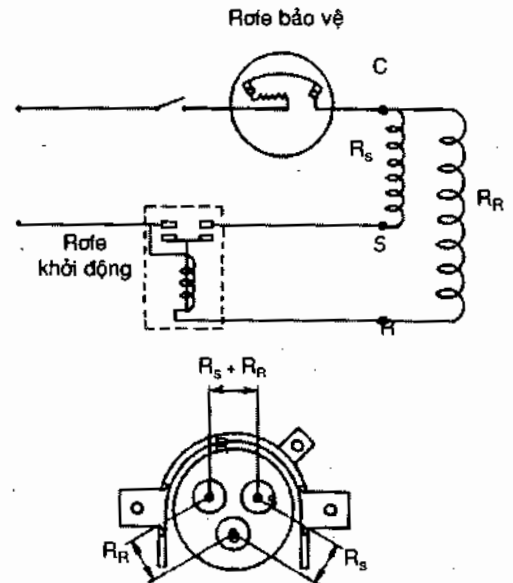
$$U = U_2 + U_3 = 42,9V + 57,2V = 100,1V \approx 100V = U_1$$

Sai số 0,1V ở đây do  $I_2 = I_3$  tính gần đúng.

### 5. Động cơ máy nén một pha

Các hư hỏng máy nén lạnh (block tủ lạnh hoặc máy điều hòa nhiệt độ) thường rơi vào phần động cơ, đặc biệt là các cuộn dây quấn động cơ. Các cuộn dây quấn có thể bị chập mạch hay đoản mạch ( $R = 0$ ) và đứt mạch ( $R = \infty$ ) hoặc chập vỏ, rò điện ra vỏ nên việc đo xác định các giá trị điện trở của các cuộn dây là những bước đầu tiên quan trọng khi sửa chữa block.

Hình 1.16 biểu diễn sơ đồ cuộn dây của block một pha. Động cơ gồm 2 cuộn dây : Cuộn dây làm việc  $R$  và cuộn khởi động  $S$  mắc song song vào nguồn điện xoay chiều 1 pha. Cuộn dây làm việc  $R$  nối từ đầu chung  $C$  tới đầu  $R$  và cuộn khởi động nối từ đầu  $C$  tới  $S$ .



Hình 1.16. Sơ đồ cuộn dây của máy nén kín (block) hãng Danfoss :

C - Common - đầu chung ;

R - Run - đầu cuộn chạy (làm việc) ;

S - Start - đầu cuộn để (khởi động) .

Khi đặt Ohm kế vào đầu C và R ta đo được điện trở cuộn chạy còn khi đặt vào đầu C và S đo được điện trở cuộn đề. Nếu đặt vào đầu R và S ta đo được tổng điện trở cuộn đề và cuộn chạy vì đó là mạch điện trở mắc nối tiếp.

**Thí dụ 1.14 :**

Hãy xác định các đầu dây của block Danfoss kiểu 11A do ký hiệu ghi trên hộp đầu điện đã bị mờ không đọc được. Cho biết các số liệu trong catalog máy :  $R_R = 8,8 \Omega$  ;  $R_S = 12,0 \Omega$  (ở nhiệt độ  $25^\circ\text{C}$ ).

**Giải :**

Đầu tiên phải đánh dấu các đầu dây 1, 2, 3 sau đó tiến hành đo điện trở giữa các đầu dây và xác định các đầu C, S, R như sau :

1. Tìm điện trở lớn nhất, đầu còn lại sẽ là đầu chung, C ;
2. Từ C, đầu có điện trở nhỏ là đầu R, còn lại là đầu S.

Trong trường hợp trên thí dụ điện trở 1 - 2 là  $20,8\Omega$  thì đầu 3 là C. Từ 3 tới 2 là  $8,8\Omega$  thì 2 là R và đầu còn lại là S và điện trở CS phải là  $12\Omega$ .

Trong thực tế, các giá trị đo không hoàn toàn đúng như đã cho trong catalog. Có thể có nhiều lí do :

- Các số đo có dung sai nhất định ;
- Sai số đo của Ohm kế ;
- Nhiệt độ cuộn dây lệch khỏi nhiệt độ chuẩn của nhà chế tạo.

**Chú ý :** khi đo cần tháo bỏ role khởi động và bảo vệ ra khỏi block.

**6. Động cơ máy nén ba pha**

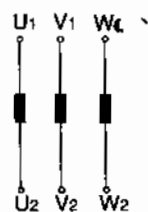
Động cơ ba pha dùng cho máy nén lạnh kín (block) hoặc nửa kín và hờ thường có 3 cuộn dây ở stator và được ký hiệu như (hình 1.17).

Khi tháo vít kẹp có thể đo điện trở của từng cuộn dây  $U_1 - U_2, V_1 - V_2, W_1 - W_2$ . Điện trở của các cuộn dây phải bằng nhau hoặc xấp xỉ bằng nhau.

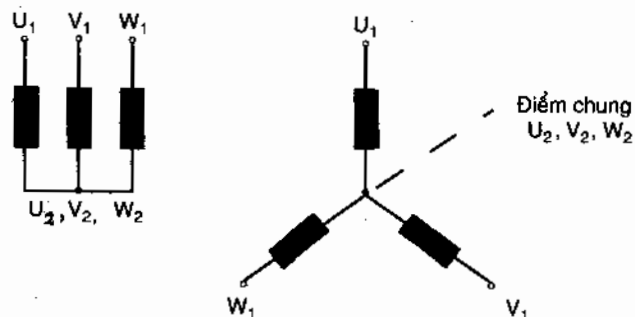
Có 2 cách đấu dây của động cơ ba pha là : SAO và TAM GIÁC. Hình 1.18 giới thiệu cách đấu sao ; trong đó các đầu dây  $U_2, V_2, W_2$  được nối chung với nhau, và nếu đo điện trở  $U_1 - V_1,$

$U_1 - W_1$  hoặc  $V_1 - W_1$  đều được điện trở lớn gấp 2 điện trở cuộn dây vì thực tế có 2 cuộn dây mắc nối tiếp trên mạch. Nếu đặt 1 que đo vào đầu chung  $U_2, V_2, W_2$  còn que đo kia vào các đầu  $U_1, V_1, W_1$  ta được điện trở của từng cuộn.

Hình 1.19 giới thiệu cách đấu tam giác, trong đó các đầu dây  $U_1 - W_2, V_1 - U_2$  và  $W_1 - V_2$  được nối với nhau.



Hình 1.17. Ký hiệu 3 cuộn dây của động cơ ba pha.

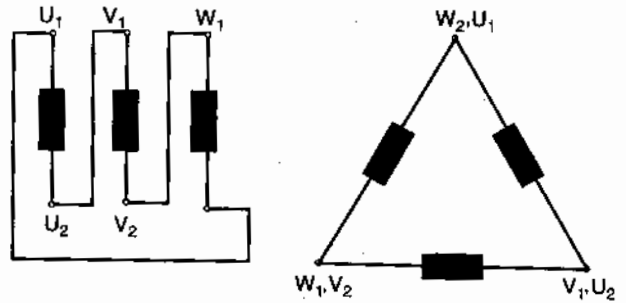


Hình 1.18. Mạch đấu hình sao.

Nếu đặt 2 que đo Ohm kế vào 2 đầu bất kỳ ta đều được điện trở :

$$R_{\Delta} = \frac{(R + R) \cdot R}{R + R + R} = \frac{2}{3} R$$

do mạch hỗn hợp của  $2R$  nối tiếp với 1 mạch  $R$  song song. Như vậy  $R_{\Delta}$  chỉ bằng  $\frac{1}{3} R$ . Khi đo điện trở cần lưu ý các sai số có thể xảy ra, đặc biệt nhiệt độ chuẩn (xem phương trình 1.8).



Hình 1.19. Mạng đầu hình tam giác  $\Delta$ .

### 1.3. ĐIỆN NĂNG

#### 1.3.1. Công và công suất điện

Công  $W$  của một dòng điện  $I$  đi qua điện trở có điện thế hai đầu là  $U$  trong thời gian  $\tau$  được tính theo biểu thức :

$$W = U \cdot I \cdot \tau, \quad \text{đơn vị Ws hoặc kWh.} \quad (1.15)$$

Công suất điện  $P$  của hộ tiêu thụ là tích của điện thế  $U$  và cường độ dòng điện  $I$  :

$$P = U \cdot I, \quad \text{đơn vị W hoặc kW} \quad (1.16)$$

Theo định luật Ohm  $U = IR$  có thể xác định  $P$  theo  $I$  và  $R$  như sau :

$$P = \frac{U^2}{R} \quad (1.17)$$

hoặc : 
$$P = I^2 \cdot R \quad (1.18)$$

*Thí dụ 1.15 :*

Một bộ phá băng bằng điện trở mỗi ngày làm việc 4 lần, mỗi lần 20 phút, điện thế 220V và dòng điện qua điện trở là 1,5A. Hỏi :

- Công suất của bộ phá băng là bao nhiêu ?
- Công làm việc mỗi ngày là bao nhiêu ?

*Giải :*

a)  $P = U \cdot I = 220V \cdot 1,5A = 330W$

b)  $W = U \cdot I \cdot \tau = 330W \cdot \frac{4 \cdot 20}{60} h = 440Wh = 0,44 kWh$

*Thí dụ 1.16 :*

Một điện trở phá băng có  $U = 220V$  và  $P = 100W$ . Hỏi  $R$  bằng bao nhiêu.

*Giải :*

Theo phương trình (1.17) có  $R = \frac{U^2}{P} = \frac{220^2 V^2}{100VA} = 484 \Omega$

Bạn hãy tìm cách giải khác qua tính  $I$ .



**Thí dụ 1.17 :**

Một điện trở phá băng có công suất 1kW ở điện thế  $U = 220V$ . Khi điện thế sụt còn 210V, công suất bị sụt xuống bao nhiêu ?

**Giải :**

$$\text{Theo phương trình (1.17) có : } R = \frac{U^2}{P} = \frac{(220V)^2}{1000VA} = 48,4 \Omega$$

$$\text{Công suất khi sụt thế : } P = \frac{U^2}{R} = \frac{210^2 V^2}{48,4 \Omega} = 911W$$

Như vậy khi thế hiệu sụt xuống 210V công suất giảm  $(1000 - 911) = 89W$ .

**1.3.2. Tổn thất công suất**

Trạm lạnh không phải bao giờ cũng được đặt ngay cạnh trạm cung cấp điện. Dây dẫn bao giờ cũng có điện trở, đường dây càng dài, điện trở càng lớn, tổn thất điện thế trên đường dây càng lớn và tổn thất công suất của máy lạnh cũng càng lớn. Tổn thất công suất  $P_{tt}$  có thể xác định theo biểu thức sau nếu điện trở dây dẫn mắc nối tiếp với hộ tiêu thụ (máy lạnh) :

$$P_{tt} = U_{tt} \cdot I = \frac{l \cdot I^2}{\mathcal{K} \cdot S} \tag{1.19}$$

**Thí dụ 1.18 :**

Một máy lạnh nối với trạm điện bằng đường dây đồng dài  $l = 150m$ , tiết diện  $S = 2,5mm^2$ . Dòng điện đo được là 5A. Hỏi tổn thất công suất trên đường dây là bao nhiêu (đi và về) ?

**Giải :**

$$P_{tt} = \frac{l \cdot I^2}{\mathcal{K} \cdot S} = \frac{2 \cdot 150m \cdot 5^2 A^2}{56(m/\Omega \text{ mm}^2) \cdot 2,5mm^2} = 56,6W$$

Theo tiêu chuẩn DIN của CHLB Đức thì tổn thất điện áp cho phép như sau :

- Từ trạm điện đến công tơ không quá 0,5% ;
- Từ công tơ đến hộ tiêu thụ điện không quá 4%.

Xuất phát từ các số liệu trên, tùy vào đoạn đường kéo dây và vật liệu dây dẫn có thể tính được tiết diện dây dẫn.

**Thí dụ 1.19 :**

Nhiều điện trở phá băng được mắc vào đường dây bằng đồng điện thế 220V. Dòng điện qua dây dẫn là 10A. Chiều dài đường dây từ công tơ đến máy lạnh là 200m. Hỏi tiết diện dây tính toán phải là bao nhiêu để sụt thế không vượt quá 4%.

**Giải :**

$$4\% \text{ của } 220V \text{ là } 8,8V = U_{tt}$$

$$U_{tt} = \frac{l \cdot I}{\mathcal{K} \cdot S} \text{ nên } S = \frac{l \cdot I}{\mathcal{K} \cdot U_{tt}} = \frac{10A \cdot 200m}{56(m/\Omega \text{ mm}^2) \cdot 8,8V} = 8,1mm$$

Khi sụt thế, hộ tiêu thụ điện cũng bị sụt thế và bị giảm công suất. Vấn đề này đã giới thiệu ở thí dụ 1.17.

Ngày: 08.228.20

**Thí dụ 1.20 :**

Một điện trở phá băng công suất 1500W/220V được nối dây dài 300m bằng đồng tiết diện 2,5mm<sup>2</sup>.

- a) Hỏi công suất điện trở đạt được thực tế là bao nhiêu ?
- b) Điện thế sụt là bao nhiêu ?
- c) Muốn duy trì tổn thất 4% thì tiết diện dây dẫn phải là bao nhiêu ?

**Giải :**

a) Điện trở của bộ phá băng :

$$R_1 = \frac{U^2}{P} = \frac{(220 \text{ V})^2}{1500 \text{ W}} = 32,27 \Omega$$

Điện trở của đường dây dẫn :

$$R_d = \frac{l}{\mathcal{K} \cdot S} = \frac{2 \cdot 300 \text{ m}}{56(\text{m}/\Omega \text{ mm}^2) \cdot 2,5 \text{ mm}^2} = 4,29 \Omega$$

Công suất thực tế đạt được :

$$P = 1500 \text{ W} \left( \frac{32,27 \Omega}{4,29 \Omega + 32,27 \Omega} \right) = 1324 \text{ W}$$

b) 
$$U_{tt} = 220 \text{ V} \left( \frac{4,29 \Omega}{4,29 \Omega + 32,27 \Omega} \right) = 25,8 \text{ V}$$

Như vậy, điện thế sụt khoảng 11,7% trên đường dây dẫn.

c) 4% của 220V là 8,8 V :

$$U_{tt} = 8,8 \text{ V} = 220 \text{ V} \left( \frac{R_d}{R_d + 32,27 \Omega} \right)$$

Giải phương trình trên được :

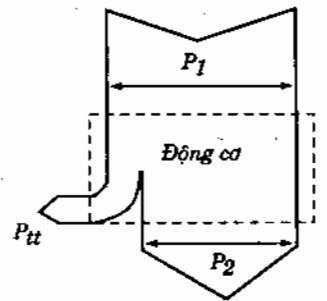
$$R_d = 1,345 \Omega$$

Tiết diện :

$$S = \frac{l}{\mathcal{K} \cdot R_d} = \frac{2 \cdot 300}{56(\text{m}/\Omega \text{ mm}^2) \cdot 1,345} = 8,0 \text{ mm}^2$$

**1.3.3. Hiệu suất động cơ**

Khi cấp điện cho động cơ hoạt động, ta có thể tính được công suất cấp vào cho động cơ là P<sub>1</sub>. Động cơ biến điện năng thành cơ năng ở trục quay P<sub>2</sub> và truyền cơ năng đó cho máy nén lạnh. Sự biến đổi điện năng thành cơ năng ở động cơ là lý tưởng nếu P<sub>1</sub> = P<sub>2</sub> (trong thực tế P<sub>2</sub> luôn luôn nhỏ hơn P<sub>1</sub>). Một phần điện năng đã bị tổn thất ở động cơ dưới dạng nhiệt sinh ra trong các cuộn dây do điện trở của chính các cuộn dây và sự không hoàn thiện của động cơ. Tỷ số P<sub>2</sub>/P<sub>1</sub> được gọi là hiệu suất động cơ hình 1.20. Trên trục động cơ luôn luôn ghi P<sub>2</sub>.



Hình 1.20. Tổn thất công suất ở động cơ :

- P<sub>1</sub> - Công suất điện cấp cho động cơ ;
- P<sub>2</sub> - Công suất cơ thu được ở trục động cơ ;
- P<sub>tt</sub> - Công suất tổn thất ở dạng nhiệt = P<sub>1</sub> - P<sub>2</sub>.

Vậy hiệu suất động cơ là tỷ số giữa công thu được và công cung cấp cho động cơ :

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}, \quad \text{đơn vị \%} \quad (1.20)$$

*Thí dụ 1.21 :*

Một động cơ có ghi trên máy là 1,5 kW. Khi đo trên bảng đầu điện tính được 1,9 kW. Hỏi hiệu suất động cơ là bao nhiêu ? Công suất tổn thất là bao nhiêu ?

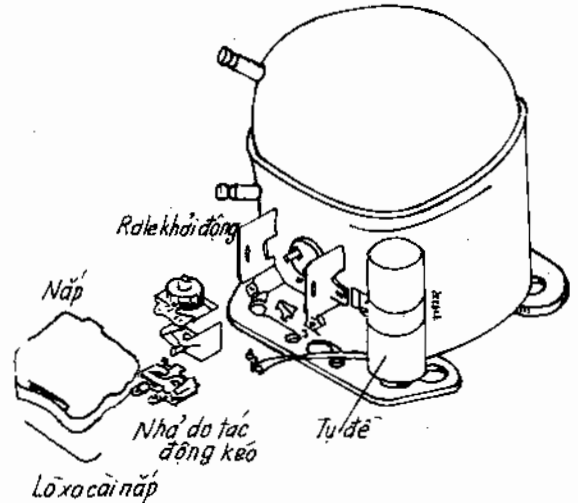
*Giải :*

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{1,5\text{kW}}{1,9\text{kW}} = 0,789 \text{ hay } \eta = 78,9\%$$

$$P_{tt} = P_1 - P_2 = 1,9 - 1,5\text{kW} = 0,4 \text{ kW}$$

#### 1.4. TỤ ĐIỆN VÀ ĐIỆN DUNG

Trong tủ lạnh và đặc biệt máy điều hòa nhiệt độ điện 1 pha xoay chiều để tăng moment khởi động cho động cơ và tăng hiệu suất làm việc của động cơ block người ta sử dụng tụ để (tụ kích hoặc tụ khởi động) và tụ ngâm (tụ làm việc). Ngoài ra tụ điện còn được sử dụng ở các bộ điều khiển hệ thống lạnh. Hình 1.21. giới thiệu một block tủ lạnh với tụ để.



Hình 1.21. Block tủ lạnh có tụ để (Danfoss).

##### 1.4.1. Điện dung của tụ điện

Mô hình đơn giản nhất của tụ điện giới thiệu trên hình 1.22 là một tụ điện kiểu tấm. Hai tấm bằng kim loại, ở giữa là chất điện môi. Hai tấm không được tiếp xúc với nhau còn chất điện môi có thể là dầu, hóa chất hoặc không khí.

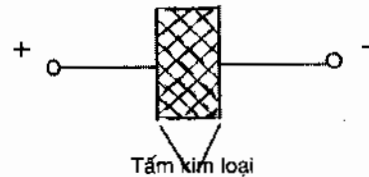
Khi dùng nguồn điện một chiều đặt vào tụ, tụ sẽ tích điện và khi ngắt nguồn điện ra, tụ vẫn tiếp tục tích điện. Như vậy tụ điện là một thiết bị có thể tích điện. Lượng điện mà tụ có thể tích được gọi là điện dung C của tụ.

*Điện dung C là dung lượng điện mà tụ có thể tích được*

Điện dung C được tính theo biểu thức :

$$C = \frac{Q}{U}, \quad \text{đơn vị } \frac{\text{As}}{\text{V}} = 1 \text{ F (Farad)} \quad (1.21)$$

Q - điện tích, As ; U - điện thế, V.



Hình 1.22. Tụ điện kiểu tấm.

Trong kỹ thuật, điện dung của tụ điện thường nhỏ hơn 1F nhiều lần do đó thường sử dụng đơn vị  $\mu\text{F}$  (Microfarad).  $1\mu\text{F} = 10^{-6}\text{F}$  nghĩa là 1  $\mu\text{F}$  bằng một phần triệu F.

Điện dung của tụ điện cũng có thể xác định được qua kích thước hình học của tụ :

$$C = \epsilon_0 \cdot \frac{S}{d} \cdot \epsilon_r \quad (1.22)$$

trong đó :

$\epsilon_0 = 8,86 \times 10^{-12} \text{ As/Vm}$  là hằng số trường điện ;

S - tiết diện bề mặt tấm kim loại,  $\text{m}^2$  ;

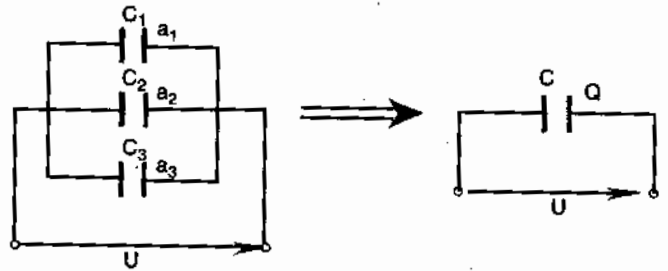
d - khoảng cách giữa hai tấm kim loại, m ;

$\epsilon_r$  - hằng số điện môi (của từng chất điện môi là khác nhau).

### 1.4.2. Mạch tụ điện

Trong nhiều trường hợp ứng dụng cần phải mắc song song hoặc nối tiếp các tụ điện. Thí dụ, khi mắc song song hai tụ điện kích vào block tủ lạnh sẽ cải thiện hơn điều kiện khởi động của động cơ.

Giống như đối với điện trở, ở đây xét xem điện dung tổng của các mạch nối tiếp hoặc song song các tụ điện được tính toán như thế nào. Hình 1.23 biểu diễn mạch tụ điện song song.



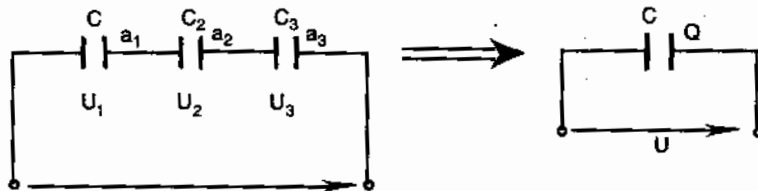
Hình 1.23. Mạch tụ điện song song.

Đối với mạch tụ điện mắc song song của n tụ có :

$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_n \quad (1.23)$$

$$U = U_1 = U_2 = \dots = U_n \quad (1.24)$$

Hình 1.24 biểu diễn mạch tụ điện mắc nối tiếp :



Hình 1.24. Mạch tụ điện mắc nối tiếp.

Đối với mạch tụ điện mắc nối tiếp của n tụ có :

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n} \quad (1.25)$$

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n \quad (1.26)$$

Đối với mạch tụ điện mắc nối tiếp, điện dung tổng luôn luôn bé hơn điện dung của tụ điện bé nhất.

**Thí dụ 1.22 :**

Một tụ kích  $40\mu\text{F}$  bị hỏng phải thay thế nhưng chỉ có 3 tụ khác nhau với các điện dung  $75\mu\text{F}$ ,  $50\mu\text{F}$  và  $10\mu\text{F}$ . Cần phải đấu các tụ đó như thế nào để thay được tụ kích hỏng.

**Giải :**

Các tụ được mắc như hình 1.25

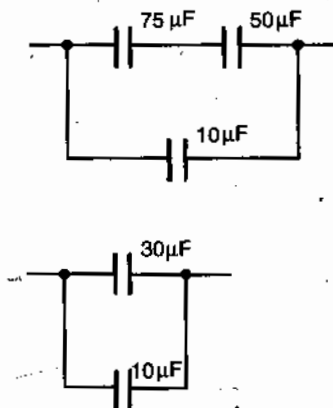
Từ mạch nối tiếp  $75\mu\text{F}$  và  $50\mu\text{F}$  có :

$$\frac{1}{C'} = \frac{1}{75\mu\text{F}} + \frac{1}{50\mu\text{F}}$$

$$C' = 30\mu\text{F}$$

Từ mạch song song  $30\mu\text{F}$  và  $10\mu\text{F}$  có :

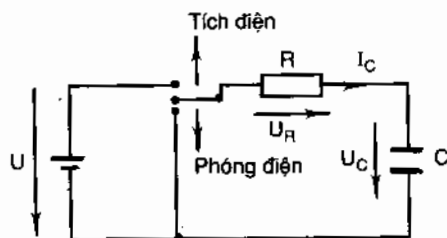
$$C = C' + C_3 = 30 + 10 = 40\mu\text{F}$$



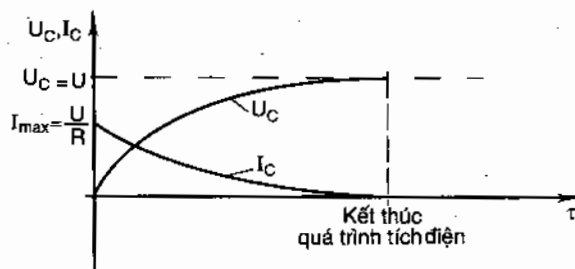
Hình 1.25

**1.4.3. Tính chất tích điện và phóng điện của tụ**

Như đã trình bày, khi mắc tụ điện vào nguồn điện một chiều, tụ sẽ tích điện. Ở đây ta đi sâu tìm hiểu tính chất tích và phóng điện phụ thuộc thời gian như thế nào. Hình 1.26 biểu diễn thí nghiệm về tính chất tích và phóng điện của tụ.



Hình 1.26. Mạch thí nghiệm tính chất tích và phóng điện của tụ.



Hình 1.27. Biến thiên điện thế  $U_C$  và cường độ  $I_C$  của tụ theo thời gian trong quá trình tích điện.

Trong mạch điện được lắp thêm một điện trở  $R$ . Ở thời điểm đóng mạch tích điện, điện thế qua tụ còn bằng không  $U_C = 0\text{V}$ , sau đó dần dần tăng lên đến điện thế  $U$  của nguồn :  $U_C = U_{C\text{max}} = U$ . Ngược lại đúng ở thời điểm đóng mạch dòng điện  $I$  đạt  $I_{\text{max}} = U/R$  sau đó giảm dần đến 0. Đây cũng là thời điểm kết thúc quá trình tích điện của tụ (hình 1.27). Các đường biến thiên của  $U_C$  và  $I_C$  là hàm mũ.

Ở thời điểm đóng mạch tích điện,  $I_C = I_{\text{max}}$ , tụ điện mang tính chất của một dòng đoạn mạch và ở thời điểm kết thúc tích điện  $I_C = 0$ , tụ điện mang tính chất của một điện trở vô cùng lớn.

Ngược lại khi phóng điện, điện thế của tụ  $U_C$  giảm dần đến 0 và  $I_C = I_{\text{max}} = U/R$  sau đó cũng giảm dần đến 0 (hình 1.28).

228.20

Các biến thiên  $U_c$  và  $I_c$  có thể được biểu diễn qua các quan hệ sau đây :

a) Quá trình tích điện :

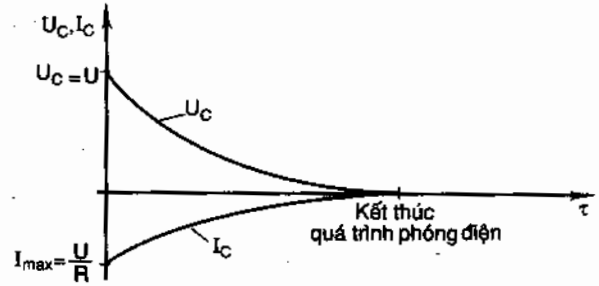
$$U_c = U \left( 1 - e^{-\frac{\tau}{\tau_0}} \right) \quad (1.27)$$

$$I_c = \frac{U}{R} e^{-\frac{\tau}{\tau_0}} \quad (1.28)$$

b) Quá trình phóng điện :

$$U_c = U e^{-\frac{\tau}{\tau_0}} \quad (1.29)$$

$$I_c = -\frac{U}{R} e^{-\frac{\tau}{\tau_0}} \quad (1.30)$$



Hình 1.28. Biến thế  $U_c$  và  $I_c$  theo thời gian của tụ trong quá trình phóng điện.

trong đó :

- $I_c$ ,  $U_c$  cường độ và điện thế của tụ tại thời điểm  $\tau$  ;
- $U$  điện thế của nguồn, V ;
- $C$  tụ điện ;
- $R$  điện trở,  $\Omega$  ;
- $\tau$  thời gian, s ;

$$\tau_0 \text{ hàng số thời gian } \tau_0 = R.C \text{ đơn vị } \frac{V}{A} \cdot \frac{As}{V} = s ; \quad (1.31)$$

$e$  cơ số logarit tự nhiên (số Euler).

**Thí dụ 1.23 :**

Sau thời gian a)  $\tau = 1\tau_0$  và b)  $\tau = 5\tau_0$ , điện thế tụ điện đạt bao nhiêu phần trăm điện thế nguồn ?

**Giải :**

$$a) \frac{U_c}{U} = 1 - e^{-\frac{\tau}{\tau_0}} = 1 - e^{-1} = 0,632 \text{ hay } 63\%$$

$$b) \frac{U_c}{U} = 1 - e^{-\frac{5\tau_0}{\tau_0}} = 1 - e^{-5} = 0,9933 \text{ hay } 99\%$$

Như vậy sau thời gian  $\tau = 5\tau_0$  tụ được tích điện đến 99% và có thể coi là đã tích đầy.

**Thí dụ 1.24 :**

Sau thời gian bao nhiêu, điện thế phóng điện còn 50%.

**Giải :**

$$U_c = U e^{-\frac{\tau}{\tau_0}}$$

$$\text{Vì } U_c = 0,5U \text{ nên : } 0,5U = U e^{-\frac{\tau}{\tau_0}}$$

$$\text{hay : } 0,5 = e^{-\frac{\tau}{\tau_0}}$$

$$\text{lấy logarit : } \ln 0,5 = -\frac{\tau}{\tau_0}$$

$$\tau = -\tau_0 \cdot (-0,693) = 0,693\tau_0$$

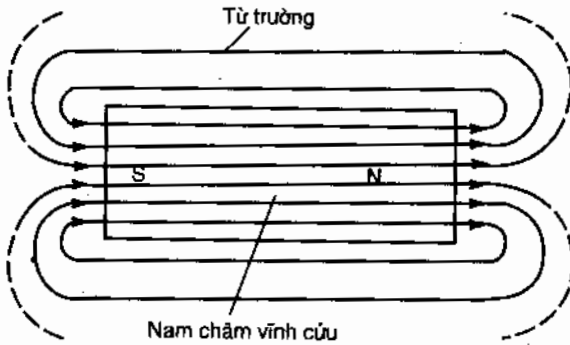
Vậy sau thời gian :  $\tau = 0,693\tau_0$  thì điện thế hạ xuống còn 50%.

## 1.5. TÍNH CHẤT TỪ CỦA DÒNG ĐIỆN

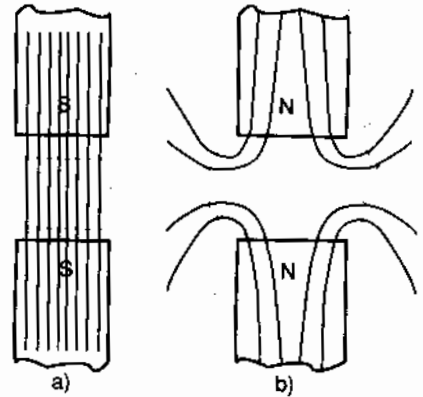
Tính chất từ của dòng điện được sử dụng nhiều trong tự động hóa hệ thống lạnh như van điện từ, role khởi động các loại, các cơ cấu điều chỉnh năng suất lạnh...

### 1.5.1 Tính chất cơ bản của nam châm

Một thời nam châm luôn phát ra từ trường. Theo quy ước, từ trường đi ra từ cực Bắc (North) và đi vào cực Nam (South), từ trường đi trong lòng nam châm từ cực Nam đến cực Bắc và từ trường là khép kín. Hình 1.29 mô tả từ trường của một nam châm vĩnh cửu.



Hình 1.29. Từ trường của một nam châm vĩnh cửu.



Hình 1.30

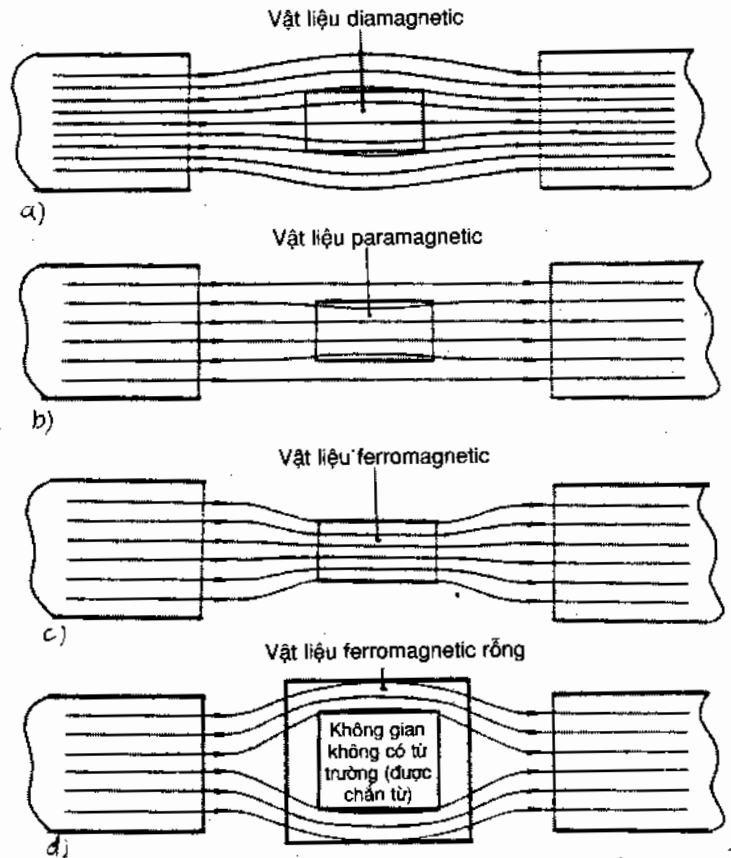
a) khác cực hút nhau ; b) cùng cực đẩy nhau.

Nếu đặt hai nam châm vĩnh cửu vào cạnh nhau thì hai đầu khác cực hút nhau và hai đầu cùng cực đẩy nhau, điều đó có thể giải thích bằng từ trường của chúng (h.1.30).

Các vật liệu khác nhau đặt giữa từ trường có ảnh hưởng khác nhau tới từ trường. Tùy theo ảnh hưởng người ta phân ra các loại vật liệu :

- Diamagnetic (thí dụ đồng, chì...) làm yếu từ trường ;
- Paramagnetic (thí dụ kẽm, nhôm...) làm mạnh từ trường không đáng kể.
- Ferromagnetic (thí dụ sắt, niken...) làm mạnh từ trường đáng kể.

Trong kỹ thuật điều khiển cần tạo ra các không gian không có từ trường hay không gian chắn từ trường. Không gian đó phải có vỏ bằng vật liệu ferromagnetic (hình 1.31).



Hình 1.31.

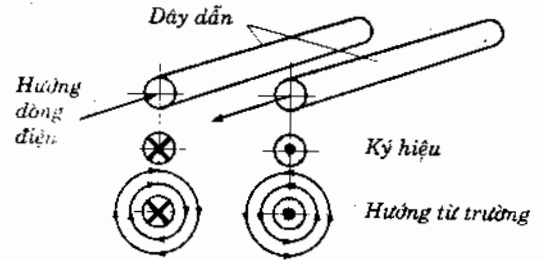
a) diamagnetic ; b) paramagnetic ;  
c) ferromagnetic ; d) chắn từ trường bằng vỏ ferromagnetic.

8.220.222

### 1.5.2. Cuộn cảm

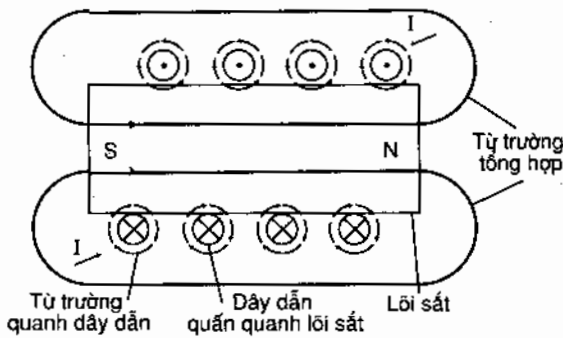
Có thể tạo ra một từ trường giống hệt như một nam châm vĩnh cửu nhờ một cuộn dây dẫn điện (cuộn dây đó thường được gọi là cuộn cảm) dựa trên nguyên lý điện trường của dòng điện.

Chung quanh bất kỳ một dây dẫn điện nào có dòng điện chạy qua đều có từ trường. Chiều của từ trường và hướng của dòng điện trùng với chiều quay và hướng chuyển động của vít phải (hình 1.32).

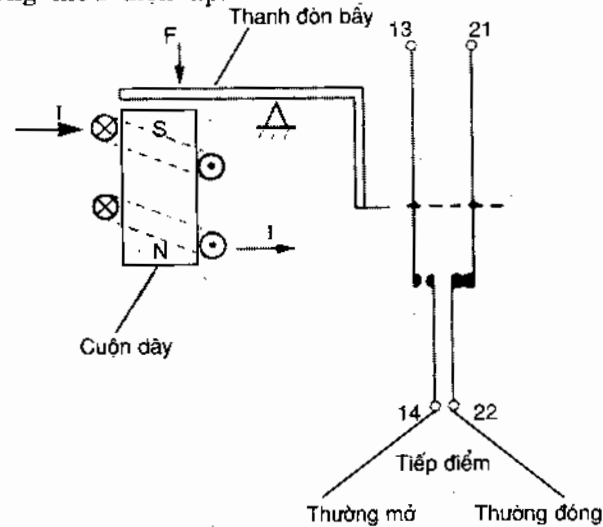


Hình 1.32. Hướng dòng điện, ký hiệu và hướng từ trường.

Khi cuốn nhiều vòng dây dẫn (có phủ sơn cách điện) chung quanh một lõi thép (hình 1.33) và cho dòng điện chạy qua ta tạo được một chi tiết giống như nam châm nhưng có đặc điểm khi ngắt dòng điện thì lõi sắt mất từ tính. Áp dụng đặc tính này của cuộn dây người ta chế tạo van điện từ để tự động đóng mở qua tiếp điểm điện thế hoặc để chế tạo rơle tự động khống chế, điều chỉnh và bảo vệ các thiết bị lạnh. Hình 1.34 giới thiệu một rơle bảo vệ hoặc khởi động kiểu thường đóng hoặc thường ngắt nhờ một cuộn dây, một thanh đòn bẩy và tiếp điểm. Khi có dòng điện đi qua, cuộn dây sinh từ trường, lõi sắt khuếch đại từ trường hút thanh đòn bẩy tác động đóng tiếp điểm 13 - 14 để khởi động một cơ cấu nào đó hoặc ngắt tiếp điểm 21 - 22 của cuộn dây khởi động trong block lớn dùng rơle khởi động kiểu điện áp.

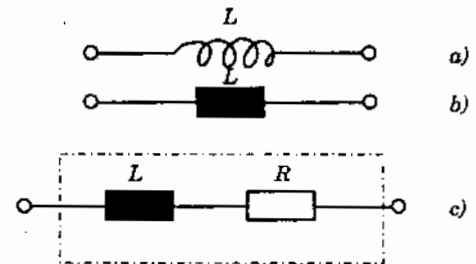


Hình 1.33. Từ trường của một cuộn dây có điện chạy qua.



Hình 1.34. Nguyên tắc hoạt động của rơle thường mở 13 - 14 và thường đóng 21 - 22.

Cường độ từ trường của một cuộn dây được biểu diễn bằng điện cảm  $L$  đơn vị  $Vs/A = H$  (Henry). Một cuộn dây có nhiều vòng dây quấn (quanh một lõi sắt). Cuộn dây có điện trở Ohm riêng do đó cuộn dây không phải có điện cảm thuần túy song do điện trở Ohm rất nhỏ so với điện cảm nên có thể bỏ qua (hình 1.35).



Hình 1.35.

- a, b) Ký hiệu một điện cảm ;
- c) Mạch phân tích của 1 cuộn dây.



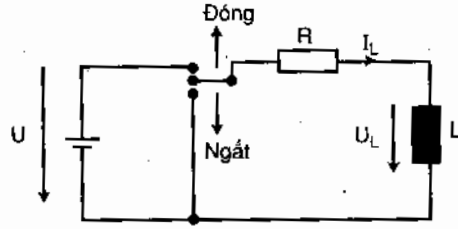
82  
100  
200  
208

### 1.5.3. Tính chất đóng ngắt của cuộn dây

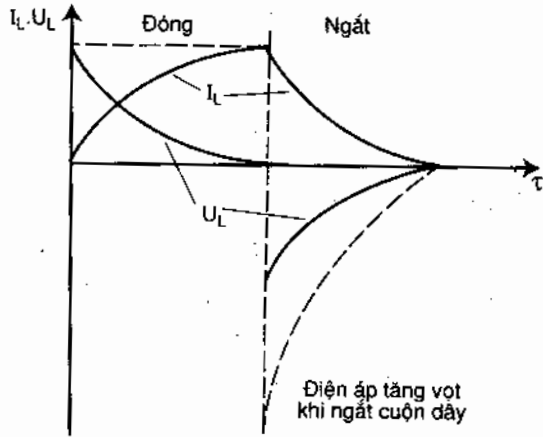
Giống như đã nghiên cứu với tụ điện, tính chất đóng ngắt của một cuộn dây cũng cần có những lưu ý nhất định. Hình 1.36 giới thiệu sơ đồ thí nghiệm.

Khi đóng mạch điện, trong cuộn dây xuất hiện những từ trường tăng dần với dòng điện, sự biến thiên này cũng theo hàm mũ. Ngược lại điện áp giảm dần từ điện áp nguồn xuống điện áp do điện trở thuần Ohm sinh ra. Khi ngắt mạch, từ trường của cuộn dây cũng giảm dần cùng với cường độ dòng điện (hình 1.37).

Đặc biệt cần lưu ý là ở cuộn dây khi ngắt sinh ra một điện áp tăng vọt rất nguy hiểm cho các chi tiết lắp cùng nên cần có biện pháp bảo vệ đặc biệt.



Hình 1.36. Sơ đồ thí nghiệm tính chất đóng ngắt cuộn dây.



Hình 1.37. Tính chất đóng và ngắt cuộn dây.

### 1.6. CƠ SỞ ĐIỆN XOAY CHIỀU

Hầu như toàn bộ các thiết bị lạnh và điều hòa không khí dùng điện đều sử dụng dòng điện xoay chiều 1 pha hoặc 3 pha hình sin. Dòng điện hình sin là dòng điện xoay chiều biến đổi theo hình sin.

#### 1.6.1. Các đại lượng cơ bản

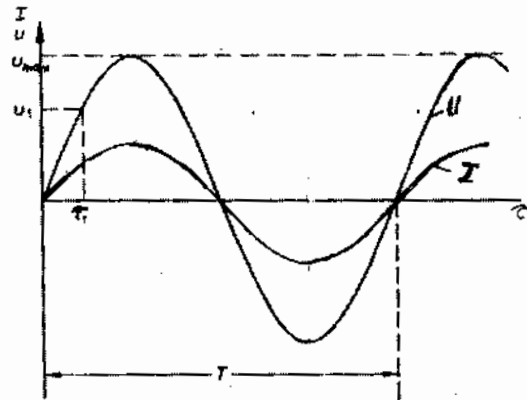
Trị số dòng điện và điện áp tại thời điểm  $\tau$  gọi là trị số tức thời và được biểu diễn dưới dạng biểu thức toán học là (hình 1.38).

$$i = i_{\max} \sin \omega \tau$$

$$u = u_{\max} \sin \omega \tau$$

trong đó :

- $i$  - dòng điện tức thời tại thời điểm  $\tau$  ;
- $u$  - điện áp tức thời tại thời điểm  $\tau$  ;
- $i_{\max}$   $u_{\max}$  - dòng điện và điện áp cực đại (ở biên độ lớn nhất) ;
- $T$  - thời gian kéo dài một chu kỳ, s ;
- $f$  - tần số :  $f = 1/T$ , đơn vị 1/s hoặc Hz (Hertz).



Hình 1.38. Các đại lượng cơ bản của dòng điện hình sin.

**Thí dụ 1.25 :** Một dòng điện xoay chiều trong 10 giây đếm được 500 chu kỳ. Hỏi tần số dòng điện là bao nhiêu?

**Giải :**

$$f = \frac{500}{10} \frac{1}{s} = 50\text{Hz} \quad ; \quad T = \frac{10}{500} \text{s} = 0,02\text{s}.$$

### 1.6.2. Công suất của dòng điện hình sin

Kết trường hợp tổng quát, mạch điện có thể gồm nhiều nhánh kết hợp điện trở thuần, điện cảm của cuộn dây và tụ điện R, L, C (hình 1.39), khi biết dòng điện I, điện áp U, góc lệch pha  $\varphi$  giữa điện áp và dòng điện ở đầu vào hoặc biết các thông số R, L, C của các nhánh có thể tính các loại công suất của dòng điện hình sin như sau. Dòng điện hình sin có 3 loại công suất :

#### a) Công suất hiệu dụng P

Công suất hiệu dụng P là công suất trung bình trong một chu kỳ :

$$P = U \cdot I \cdot \cos\varphi, \quad \text{đơn vị W.} \quad (1.32)$$

Công suất hiệu dụng P có thể được tính bằng tổng công suất hiệu dụng trên các điện trở của các nhánh của mạch điện :

$$P = \sum_{i=1}^n R_i \cdot I_i^2 \quad (1.33)$$

trong đó :  $R_i, I_i$  là điện trở và dòng điện của nhánh thứ i.

Công suất hiệu dụng P đặc trưng cho hiện tượng biến đổi điện năng sang cơ năng, nhiệt năng...

#### b) Công suất phản kháng Q

Để đặc trưng cho cường độ quá trình trao đổi năng lượng điện từ trường, trong tính toán người ta đưa ra khái niệm công suất phản kháng (trong một số tài liệu gọi là công suất mù) Q.

$$Q = I^2 \cdot X \quad X : \text{điện kháng}$$

$$Q = U \cdot I \cdot \sin\varphi, \quad \text{đơn vị VAR} \quad (1.34)$$

Công suất phản kháng có thể được tính bằng tổng công suất phản kháng của điện cảm và điện dung của mạch điện.

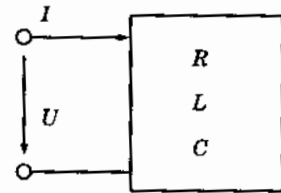
$$Q = Q_L + Q_C = \sum X_{L_i} I_i^2 + \sum X_{C_i} I_i^2 \quad (1.35)$$

trong đó :  $X_{L_i}, X_{C_i}, I_i$  lần lượt là cảm kháng, dung kháng và dòng điện của nhánh thứ i.

#### c) Công suất biểu kiến S

Ngoài công suất hiệu dụng P và phản kháng Q người ta còn đưa ra công suất biểu kiến S ;

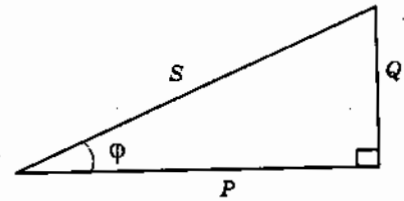
$$S = UI = \sqrt{P^2 + Q^2}, \quad \text{đơn vị VA} \quad (1.36)$$



Hình 1.39. Mạch điện tổng quát R, L, C.

Công suất biểu kiến còn được gọi là công suất toàn phần. Nhận xét biểu thức trên ta thấy công suất hiệu dụng P bằng công suất biểu kiến S và đạt cực đại khi  $\cos\varphi = 1$ . Vậy S phát biểu khả năng của thiết bị. Trên các máy phát điện, máy biến áp người ta ghi công suất biểu kiến định mức của chúng.

Quan hệ giữa S, P và Q được biểu diễn bằng các cạnh của một tam giác vuông theo định lý Pitago  $S^2 = P^2 + Q^2$  với S là cạnh huyền còn P và Q là hai cạnh góc vuông (hình 1.40). S, P và Q có cùng thứ nguyên nên để dễ phân biệt người ta cho các đơn vị khác nhau P là W, Q là VAR và S là VA.



Hình 1.40. Quan hệ giữa công suất hiệu dụng, phản kháng và biểu kiến :

$$P = U.I.\cos\varphi$$

$$Q = U.I.\sin\varphi$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Thí dụ 1.26 :

Một quạt hướng trục có các thông số kỹ thuật sau do nhà chế tạo cung cấp :

Điện áp :  $U = 220 \text{ V}/50 \text{ Hz}$

Công suất :  $0,28 \text{ kW}$

Dòng điện :  $1,7 \text{ A}$ .

Xác định :

- a) Công suất biểu kiến S ; b) Hệ số  $\cos\varphi$  ;
- c) Công suất phản kháng Q ; d) Điện trở biểu kiến Z ;
- e) Điện trở thực R ; f) Cảm kháng  $X_L$ .

Giải :

Mạch phân tích của một động cơ có thể biểu diễn như hình 1.35c.

a)  $S = U.I = 220\text{V} \cdot 1,7\text{A} = 374\text{VA}$

b)  $\cos\varphi = \frac{P}{S} = \frac{280}{374} = 0,75$

c)  $Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{374^2 - 280^2} = 247,9 \text{ VAR}$

d)  $Z = \frac{U}{I} = \frac{220\text{V}}{1,7\text{A}} = 129,4 \Omega$

e)  $R = Z \cdot \cos\varphi = 129,4\Omega \cdot 0,75 = 97,05\Omega$

f)  $X_L = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{129,4^2 - 97,05^2} = 85,6\Omega$ .

Thí dụ 1.27 :

Cho biết đồ thị các đường đặc tính của block (máy nén kín) của hãng L'Unite Hermetique. Hãy xác định hệ số  $\cos\varphi$  cho các chế độ làm việc khác nhau (xem hình 1.41).

a)  $t_o = +15^\circ\text{C}$ ,  $t_k = +60^\circ\text{C}$

b)  $t_o = 0^\circ\text{C}$ ,  $t_k = +50^\circ\text{C}$

c)  $t_o = -10^\circ\text{C}$ ,  $t_k = +40^\circ\text{C}$ .

Giải :

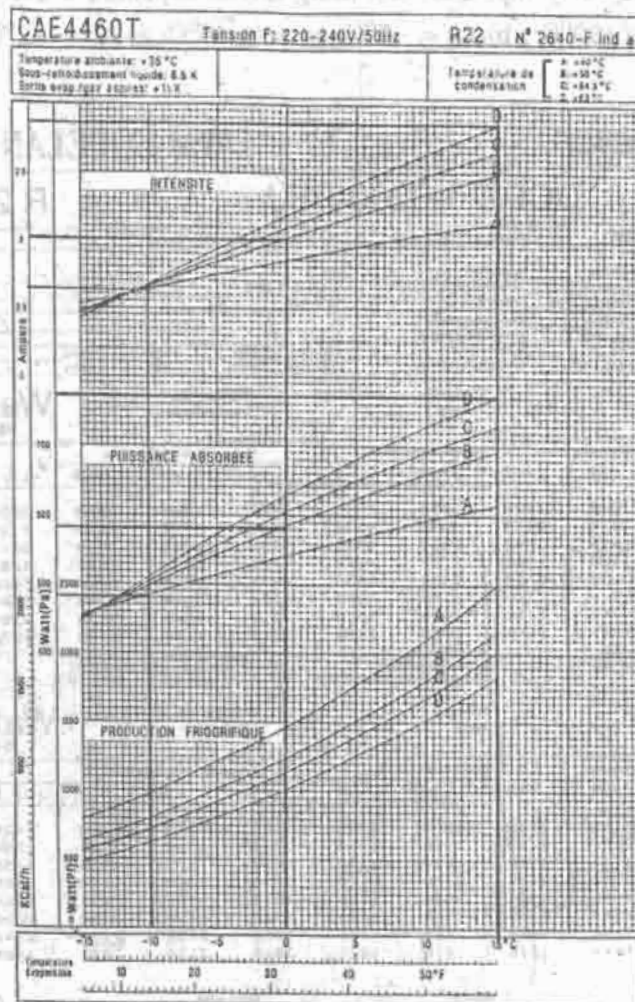
a) Đầu tiên ta đóng đường vuông góc với trục hoành tại  $t_o = +15^\circ\text{C}$  cho cắt các đường D (cho  $t_k = +60^\circ\text{C}$ ). Từ các điểm cắt đóng ngang ta được (từ dưới lên) :

$$Q_o = 1875\text{W}$$

$$P = 770W$$

$$I = 3,85A$$

$$\text{Vậy : } \cos\varphi = \frac{P}{UI} = \frac{770}{220 \cdot 3,85} = 0,91$$



Hình 1.41. Xác định chế độ làm việc của máy nén trên catalog đặc tính máy nén của nhà chế tạo.

b) Công thao tác giống a) với  $t_o = 0^\circ C$ ,  $t_k = +50^\circ C$  (đường cong B) có :

$$Q_o = 1240 W$$

$$P = 585 W$$

$$I = 3,03 A$$

$$\text{Vậy : } \cos\varphi = \frac{P}{UI} = \frac{585}{220 \cdot 3,03} = 0,88$$

c) Thao tác tương tự như a) với  $t_o = -10^\circ C$ ,  $t_k = +40^\circ C$  (đường cong A) có :

$$Q_o = 975 W ; P = 484 W ; I = 2,68 A$$

$$\text{Vậy : } \cos\varphi = \frac{P}{UI} = \frac{484}{220 \cdot 2,68} = 0,82$$

Nhận xét : Ở chế độ làm việc có nhiệt độ sôi và nhiệt độ ngưng tụ cao thì máy nén lạnh có  $\cos\varphi$  cao hơn so với chế độ làm việc có nhiệt độ sôi và nhiệt độ ngưng tụ thấp.

Thí dụ 1.28 :

Hãy xác định  $\cos\varphi$  của máy nén lạnh của hãng DWM Copeland ở các chế độ làm việc :

a)  $t_o = +10^\circ\text{C}$ ,  $t_k = +60^\circ\text{C}$  ; b)  $t_o = -5^\circ\text{C}$ ,  $t_k = +45^\circ\text{C}$ ; c)  $t_o = -2^\circ\text{C}$ ,  $t_k = +30^\circ\text{C}$ .

<b>Copeland</b>		<b>DWM COPELAND</b>									
Hermetischer Motorverdichter Hermetic motor compressor Moto-compresseur hermétique		<b>DCRD 1-0200-PFJ</b>				<b>R 22</b>					
Motorenleistung Horsepower motor		Nennwert V/Ph/Hz, V = 10% PFJ = 220-240/1/50 - 266/1/60									
Anwendungsbereich Application range Application		EVA-Verfahren Evaporating temperature Température d'évaporation		-12.5°C -25°C							
Verflüssigungstemperatur Condensing temperature Température de condensation		43°C max									
Zylinderzahl Number of cylinders Nombre de cylindres		3									
Volumenstrom Displacement Volume déplacé		7.18 m³/h 50 Hz		8.58 m³/h 60 Hz							
Drehfrequenz nominal Nominal speed, 1 p.m Vitesse nominale tr/min		2800 rpm 50 Hz		3360 rpm 60 Hz							
Verflüssigungstemperatur Condensing temperature Température de condensation	Kälteleistung Capacity rating	Capacity rating				Puissance frigorifique				Watt 50 Hz	
		Verdampfungstemperatur Evaporating temperature		Temperatur d'évaporation		Temperatur d'évaporation		Temperatur d'évaporation			
°C		-25	-20	-15	-10	-5	+0	+5	+10	+12.5	°C
38	1200	1840	2620	3550	4630	5890	7320	8940	9830		
35	1060	1670	2410	3290	4330	5530	6910	8480	9330		
40	929	1420	2190	3020	4010	5160	6480	7980	8810		
45	****	1320	1960	2750	3680	4770	6030	7470	8250		
50	****	1150	1740	2470	3350	4370	5560	6920	7660		
55	****	****	1520	2190	3000	3950	5060	6340	7040		
60	****	****	1290	1900	2630	3510	4540	5730	6380		
63	****	****	1160	1720	2410	3240	4220	5380	5970		
Sauggasüberdruck 11k Superheated return gas 11k Surchauffe 11k		Flüssigkeitsunterdruck 0.3k Liquid subcooling 0.3k Sous-refroidissement liquide 0.3k		Umgebungstemperatur bei Luft 35°C Ambient temperature, air over 35°C Température ambiante, fluide d'air 35°C							
Verflüssigungstemperatur Condensing temperature Température de condensation	Leistungsaufnahme Power input	Power input				Puissance absorbée				Watt 50 Hz	
		Verdampfungstemperatur Evaporating temperature		Temperatur d'évaporation		Temperatur d'évaporation		Temperatur d'évaporation			
°C		-25	-20	-15	-10	-5	+0	+5	+10	+12.5	°C
38	987	1100	1280	1270	1330	1370	1460	1420	1420		
35	1010	1150	1260	1360	1430	1490	1540	1580	1590		
40	1020	1190	1320	1430	1530	1610	1670	1730	1750		
45	****	1150	1360	1490	1610	1710	1800	1870	1900		
50	****	1190	1380	1540	1680	1810	1920	2010	2060		
55	****	****	1390	1580	1750	1900	2030	2150	2200		
60	****	****	1380	1600	1800	1970	2130	2280	2340		
63	****	****	1370	1610	1820	2010	2190	2350	2430		
Verflüssigungstemperatur Condensing temperature Température de condensation	Stromaufnahme bei 220 V - 1 Ph - 50 Hz	Motor current at 220 V - 1 Ph - 50 Hz				Intensité de courant à 220 V - 1 Ph - 50 Hz				A	
		Verdampfungstemperatur Evaporating temperature		Temperatur d'évaporation		Temperatur d'évaporation		Temperatur d'évaporation			
°C		-25	-20	-15	-10	-5	+0	+5	+10	+12.5	°C
38	5.24	5.7	6.09	6.4	6.63	6.83	6.97	7.06	7.09		
35	5.33	5.89	6.36	6.75	7.07	7.33	7.54	7.71	7.77		
40	5.36	5.91	6.37	7.05	7.46	7.8	8.09	8.34	8.44		
45	****	6.00	6.74	7.31	7.81	8.24	8.62	8.96	9.11		
50	****	6.07	6.84	7.52	8.12	8.65	9.13	9.56	9.75		
55	****	****	6.89	7.68	8.39	9.03	9.61	10.1	10.4		
60	****	****	6.87	7.79	8.61	9.37	10.1	10.7	11		
63	****	****	6.83	7.82	8.72	9.55	10.3	11	11.4		

Zwangsbelüftung des Verdichters ist erforderlich oberhalb der oben-erwähnten, da nur normale Dauerleistung zulässig ist. Bei Betrieb unterhalb dieser Grenze ist nur für die Wärmeabfuhranwendung während relativ kurzer Betriebszeiten Freigegeben, da sonst in diesem Falle auch auf eine Belüftung verzichtet werden.

Based on normal continuous operation air over the compressor is required above the dashed line. Any applications below this limit are allowed for short periods during relatively short operating times only, in this case air flow across the compressor is negligible.

La ventilation du compresseur est nécessaire en fonctionnement normal continue de 50% à 100% de la puissance nominale. En dessous de cette ligne, l'utilisation du compresseur n'est permise que sur les périodes à court terme pendant des durées de fonctionnement relativement courtes, auquel cas on peut s'affranchir de la ventilation.

Hình 1.42. Catalog các đặc tính máy nén lạnh Copeland.

822-822  
 0960  
 228-228

Cho biết bảng các đặc tính (catalog của nhà chế tạo) (hình 1.42).  
 Ký hiệu máy nén DCRD 1-0200-PFJ môi chất R22 Copeland.

**Giải :**

a) Với  $t_o = +10^\circ\text{C}$ ,  $t_K = +60^\circ\text{C}$  tra bảng đặc tính máy nén có :

$$Q_o = 5730 \text{ W}$$

$$P = 2280 \text{ W}$$

$$I = 10,7 \text{ A}$$

Vậy :  $\cos\varphi = \frac{P}{UI} = \frac{2280}{220 \cdot 10,7} = 0,97$

b) Với  $t_o = -5^\circ\text{C}$ ,  $t_K = +45^\circ\text{C}$  có :

$$Q_o = 3680 \text{ W}$$

$$P = 1610 \text{ W}$$

$$I = 7,81 \text{ A}$$

Vậy :  $\cos\varphi = \frac{P}{UI} = \frac{1610}{220 \cdot 7,81} = 0,94$

c) Với  $t_o = -20^\circ\text{C}$ ,  $t_K = +30^\circ\text{C}$  có :

$$Q_o = 1840 \text{ W}$$

$$P = 1100 \text{ W}$$

$$I = 5,7 \text{ A}$$

Vậy :  $\cos\varphi = \frac{1100}{220 \cdot 5,7} = 0,88$

**Nhận xét :**

Giống như thí dụ 1.27 với cùng  $\Delta t = t_K - t_o = 50\text{K}$  khi nhiệt độ  $t_K$  và  $t_o$  càng cao thì  $\cos\varphi$  càng cao. Một nhận xét khác là năng suất lạnh cũng càng lớn.

### 1.6.3. Nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$

Trong biểu thức công suất hiệu dụng  $P = UI\cos\varphi$ ,  $\cos\varphi$  được coi là hệ số công suất. Hệ số  $\cos\varphi$  là chỉ tiêu kỹ thuật quan trọng, có ý nghĩa rất lớn về kinh tế.

Nâng cao hệ số  $\cos\varphi$  sẽ tăng được khả năng sử dụng công suất nguồn. Thí dụ, một máy phát điện có công suất 100 kVA nếu  $\cos\varphi = 0,7$ , công suất định mức phát ra  $P_{dm} = S_{dm} \cdot \cos\varphi = 70\text{kW}$ . Nếu nâng được  $\cos\varphi$  lên 0,9, công suất định mức phát ra sẽ là 90 kW.

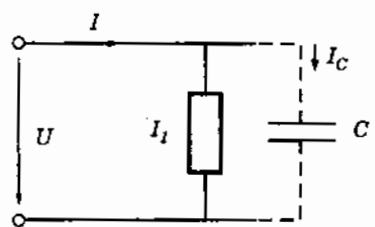
Như vậy rõ ràng sử dụng thiết bị có lợi hơn nhiều.

Mặt khác, nếu cần một công suất  $P$  nhất định trên đường dây một pha thì dòng điện trên đường dây sẽ là :

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi}$$

Nếu  $\cos\varphi$  lớn,  $I$  sẽ nhỏ, giảm được tiết diện dây dẫn và tổn hao điện năng trên đường dây cũng giảm.

Trong hầu hết các máy và thiết bị lạnh, các phụ tải điện đều có tính chất điện cảm nên  $\cos\varphi$  thấp. Để nâng cao  $\cos\varphi$  có thể dùng tụ điện nối song song với tải (hình 1.43).

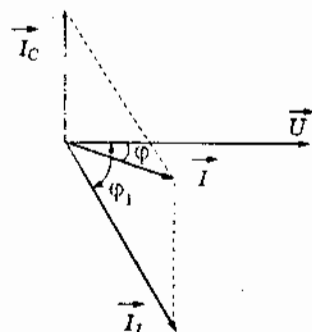


Hình 1.43. Nối tụ điện song song để tăng  $\cos\varphi$ .

Khi chưa có bù (chưa có nhánh tụ điện) dòng điện trên đường dây I bằng dòng điện qua tải  $I_1$ , hệ số công suất của mạch là  $\cos\varphi_1$  của tải. Khi có bù (có nhánh tụ điện), dòng điện trên đường dây I là :

$$\vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_c$$

Hình 1.44 biểu diễn dòng điện tổng hợp I trên đường dây giảm và  $\cos\varphi$  tăng lên :  $I < I_1$ ,  $\varphi < \varphi_1$  và  $\cos\varphi > \cos\varphi_1$ .



Hình 1.44. Dòng điện tổng hợp I từ  $I_c$  và  $I_1$ .

Vi công suất hiệu dụng P của tải không đổi, nên công suất phản kháng của mạch là :

- Lúc chưa bù, chỉ có công suất phản kháng  $Q_1$  của tải :

$$Q_1 = P \operatorname{tg}\varphi_1 \quad (1.37)$$

- Lúc có bù, hệ số công suất là  $\cos\varphi$  :

$$Q = P \operatorname{tg}\varphi \quad (1.38)$$

Do  $Q = Q_1 + Q_c$  nên :

$$Q_c = Q - Q_1 = P \operatorname{tg}\varphi - P \operatorname{tg}\varphi_1 = P(\operatorname{tg}\varphi - \operatorname{tg}\varphi_1) \quad (1.39)$$

Mặt khác công suất  $Q_c$  của tụ được tính theo biểu thức :

$$Q_c = -U_c I_c = -U \cdot U\omega C = -U^2\omega C \quad (1.40)$$

Từ (1.39) và (1.40) có thể tính được điện dung cần thiết của tụ :

$$C = \frac{P}{\omega U^2} (\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi) = \frac{Q_c}{2\pi f \cdot U^2} \quad (1.41)$$

**Thí dụ 1.29 :**

Một block máy điều hòa có thông số kỹ thuật :

- Dòng điện  $I = 6 \text{ A}$ ,
- Công suất  $P = 1000 \text{ W}$
- Điện áp  $U = 220\text{V}/50 \text{ Hz}$

Hỏi công suất phản kháng tụ bù là bao nhiêu để có thể đạt  $\cos\varphi = 0,95$  và điện dung của tụ phải là bao nhiêu ? Dòng điện sau khi mắc mạch bù là bao nhiêu ?

**Giải :**

$$\cos\varphi_1 = \frac{P}{U \cdot I} = \frac{1000\text{W}}{220\text{V} \cdot 6\text{A}} = 0,758$$

$$\varphi_1 = 40,71^\circ \rightarrow \operatorname{tg}\varphi_1 = 0,8605$$

$$\cos\varphi = 0,95 \rightarrow \varphi = 18,2^\circ \rightarrow \operatorname{tg}\varphi = 0,3288$$

$$Q_c = P(\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi) = 1000(0,8605 - 0,3288) = 531,7 \text{ VAR}$$

$$C = \frac{531,7}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 220^2} = 35 \cdot 10^{-6} \text{ F} = 35 \mu \text{ F}$$

Như vậy phải nối vào mạch bù một tụ điện có điện dung  $35\mu\text{F}$  song song với block để đạt  $\cos\varphi = 0,95$ .

$$I = \frac{P}{U\cos\varphi} = \frac{1000}{220 \cdot 0,95} = 4,78\text{A}$$

Dòng điện thực tế trên đường dây giảm từ 6A xuống 4,78A sau khi mắc mạch bù tụ điện.

Trong kỹ thuật cần phải thiết kế mạch bù sao cho  $\cos\varphi$  đạt từ 0,90 đến 0,95 (không cần đạt đến 1), và phải đặc biệt lưu ý không được gây ra trạng thái quá bù nghĩa là  $Q_c$  lớn hơn  $Q_l$  ( $\cos\varphi = 1$  khi  $Q_c = Q_l$ ;  $\cos\varphi = 0,90 \div 0,95$  Khi  $Q_c < Q_l$ ). Trạng thái quá bù dẫn đến sự tăng điện áp quá mức bình thường trong lưới điện, có thể gây ra hỏng hóc hoặc phá hủy các hộ tiêu thụ điện trên lưới.

Như ví dụ 1.27 và 1.28 đã giới thiệu, khi hệ thống lạnh làm việc ở chế độ nhiệt độ cao, hệ số  $\cos\varphi$  đạt cao và khi làm việc ở chế độ nhiệt độ thấp thì  $\cos\varphi$  cũng thấp. Hệ số  $\cos\varphi$  thay đổi theo chế độ làm việc do đó ở mỗi chế độ làm việc ta phải tính toán mạch bù khác nhau. Khi thay đổi chế độ hoặc cho máy lạnh làm việc ở một dải nhiệt độ nào đó, nhất thiết phải tính toán kiểm tra lại xem mạch bù có bị quá bù hay không.

Theo điều kiện vận hành hệ thống lạnh, người ta phân ra :

- Nhánh bù riêng
- Nhánh bù cụm
- Nhánh bù trung tâm

Khi nói về nhánh bù riêng có thể hiểu là nhánh bù riêng cho từng động cơ. Nhánh bù cụm là nhánh bù cho cả một cụm nhiều động cơ và nhánh bù trung tâm là nhánh bù cho cả một trung tâm máy lạnh khi cả trung tâm này đồng thời hoạt động hoặc nếu hoạt động không đồng thời, theo từng phần công suất thì có bộ điều chỉnh nhánh bù riêng.

Một máy lạnh mà các động cơ quạt dàn bay hơi hoạt động không đồng thời lúc đóng, lúc ngắt thì nên sử dụng nhánh bù riêng nhưng đối với một trạm lạnh hoặc trạm điều hòa không khí trung tâm thì nhánh bù trung tâm có ưu điểm hơn.

## 1.7. CƠ SỞ ĐIỆN XOAY CHIỀU BA PHA

Các máy và thiết bị lạnh cơ trung trở lên đều sử dụng dòng điện ba pha làm nguồn động lực cho máy nén, quạt gió, bơm, các bộ xả băng... Ở đây người ta còn nhắc đến cách đấu "sao" hoặc cách đấu "tam giác". Dòng khởi động và hạn chế dòng khởi động của động cơ máy nén lạnh cũng là vấn đề rất quan trọng. Trước khi đi vào các vấn đề cụ thể trên cần phải nhắc lại cơ sở điện xoay chiều ba pha.

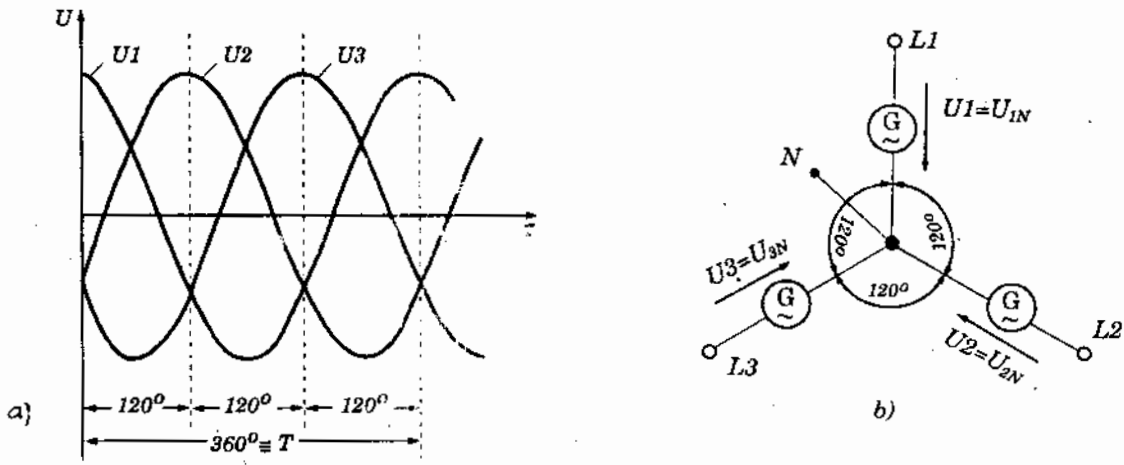
### 1.7.1. Các đại lượng cơ bản

Giống như dòng điện hình sin, dòng điện xoay chiều ba pha gồm 3 điện áp hình sin lệch nhau một góc  $120^\circ$ , tần số 50Hz. Hình 1.45 mô tả dòng điện xoay chiều ba pha.

Để sản xuất ra dòng điện xoay chiều ba pha ta có thể hình dung ra ba máy phát điện xoay chiều hình sin lệch pha nhau  $120^\circ$  và có một đầu chung trung tính.



Các điểm nguồn L1, L2 và L3 thường được gọi là "Pha". Điểm N được gọi là đầu trung tính. Từ mỗi pha và đầu trung tính xuất hiện các điện áp U1, U2 và U3 như biểu diễn trên hình 1.45 và đều bằng 220V.



Hình 1.45: a) Đồ thị dòng điện xoay chiều ba pha ;  
b) Sự sản xuất dòng điện xoay chiều ba pha (G-Generator).

Giữa các pha, thí dụ L1 và L2 ; L2 và L3 ; L3 và L1 cũng xuất hiện các điện áp, các điện áp này được gọi là điện áp dây ngoài : U<sub>12</sub>, U<sub>23</sub> và U<sub>31</sub> (hình 1.46).

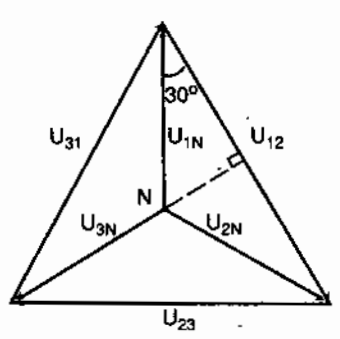
Thí dụ, để tính điện áp U<sub>12</sub>, từ điểm N có thể hạ đường vuông góc xuống cạnh L1 - L2, ta được tam giác vuông với cạnh U<sub>1N</sub> và U<sub>12</sub>/2 làm thành góc 30°, do đó :

$$U_{12} = U_{1N}(\cos 30^\circ) \cdot 2 = U_{1N}\sqrt{3}$$

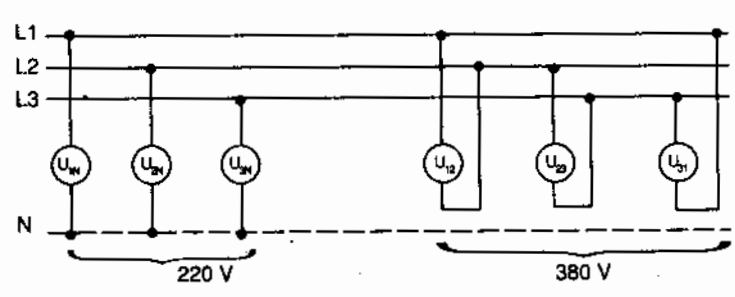
Do U<sub>1N</sub> = 220V nên :

$$U_{12} = 220V \cdot \sqrt{3} = 381,05V \approx 380V$$

Như vậy điện áp dây ngoài (giữa hai dây nóng) bằng 380 V.



Hình 1.46. Các loại điện áp ngoài (điện áp dây).



Hình 1.47. Biểu diễn phụ tải điện ba pha 220V và 380V 4 dây dẫn.

Trong sơ đồ mạch điện ba pha với 4 dây dẫn các pha được biểu diễn bằng đường nét liền còn dây trung tính N được biểu diễn bằng đường nét đứt cứ 1 nét dài 1 nét ngắn nối tiếp (hình 1.47). Các phụ tải ba pha 220V được nối từ các pha đến dây trung tính N. Còn các phụ tải ba pha 380V được nối giữa các pha với nhau mà không đấu vào dây trung tính N.

3.228.23

### 1.7.2. Điện trở thuần với dòng điện ba pha

Trong kỹ thuật lạnh, các điện trở phá băng công suất lớn thường sử dụng như các điện trở thuần với dòng điện xoay chiều ba pha mắc hình sao hoặc hình tam giác.

#### a) Mắc hình sao

Hình 1.48 giới thiệu cách mắc hình sao điện trở phá băng vào lưới ba pha xoay chiều.

Khi các R bằng nhau, người ta gọi là tải đối xứng của lưới điện ba pha xoay chiều. Khi đó các dòng điện của phụ tải  $I_p$  bằng nhau và điện áp  $U_R$  cũng bằng nhau. Các đại lượng ghi trên hình 1.48 được xác định như sau :

$$U = U_p \cdot \sqrt{3} \quad (1.42)$$

$$I = I_p \quad (1.43)$$

$$P = 3P_p = 3U_p \cdot I_p = 3 \cdot \frac{U}{\sqrt{3}} \cdot I = U \cdot I \cdot \sqrt{3} \quad (1.44)$$

$$I_N = 0 \quad (1.45)$$

Dòng điện trong dây trung tính bằng 0 khi có tải đối xứng.

#### Thí dụ 1.30 :

Một điện trở phá băng công suất 6kW được mắc hình sao vào lưới điện 3 pha 380/220V. Xác định :

- Dòng điện
- Điện trở của 1 thanh đốt.

**Giải :**

$$a) \quad P = U \cdot I \cdot \sqrt{3} \rightarrow I = \frac{P}{U\sqrt{3}} = \frac{6000}{380\sqrt{3}} = 9,1A$$

$$b) \quad P_p = \frac{P}{3} = \frac{6000}{3} = 2000W$$

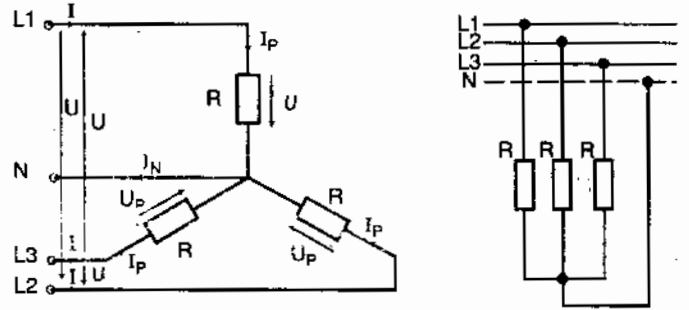
$$R = \frac{U_p^2}{P_p} = \frac{(220)^2}{2000} = 24,2\Omega$$

#### b) Những hỏng hóc đối với phụ tải điện mắc hình sao

Những hỏng hóc có thể xảy ra là :

- Mất pha do cháy cầu chì
- Mất phụ tải do cháy điện trở hoặc phụ tải

Ngoài ra nên lưu ý là dây trung tính N có nối vào các phụ tải hay không ? Trong các trường hợp này công suất còn lại bao nhiêu ?



Hình 1.48. Điện trở thuần mắc hình sao :

- U - Điện áp giữa các pha
- $U_p$  - Điện áp giữa pha và dây trung tính N
- I - Dòng điện trên các pha
- $I_p$  - Dòng điện qua R
- $I_N$  - Dòng điện trong dây trung tính.

1. Mất 1 pha có N (hình 1.49)

Thí dụ, mất pha L1 ta thấy còn 2 điện trở nối vào điện áp 220V nên công suất P' còn lại 2/3 công suất tổng :

$$P' = 2 P_R = \frac{2}{3} P$$

2. Mất 1 pha không nối N (h. 1.50)

Khi mất L1, một R bị vô hiệu hóa còn 2 điện trở nối tiếp từ L2 đến L3 vậy :

$P' = \frac{(380V)^2}{2R} = \frac{1}{2} P$  : Công suất còn lại 1/2 công suất tổng.

Tương tự có thể tính toán đối với trường hợp :

- Mất 2 pha L1 và L2 có nối N công suất còn lại 1/3 công suất tổng ;
- Mất 2 pha L1 và L2 không nối N công suất còn lại bằng 0.

c) Mắc hình tam giác

Hình 1.51 biểu diễn cách mắc hình tam giác phụ tải điện vào mạng ba pha. Dây trung tính không được nối vào. Các đại lượng cơ bản :

$$U = U_p \tag{1.46}$$

$$I = I_p \cdot \sqrt{3} \tag{1.47}$$

$$P = 3P_p = 3U_p I_p = U \cdot I \cdot \sqrt{3} \tag{1.48}$$

Thí dụ 1.31 :

Một bộ phá băng điện trở tổng công suất 6kW được mắc vào dòng điện ba pha 380/220V. Xác định :

- a. Dòng điện
- b. Điện trở của 1 thanh đốt.

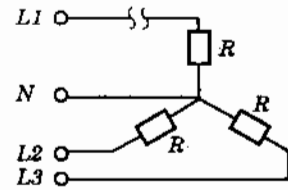
Giải :

a)  $P = U \cdot I \cdot \sqrt{3}$  vậy  $I = \frac{P}{U \cdot \sqrt{3}} = \frac{6000W}{380V \cdot \sqrt{3}} = 9,1 A$

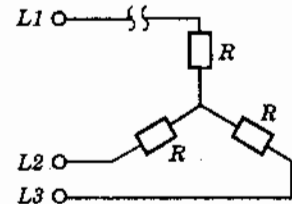
b)  $P_p = \frac{6000W}{3} = 2000 W$

$$R = \frac{U_p^2}{P_p} = \frac{(380V)^2}{2000W} = 72,2 \Omega$$

(Điện trở của thí dụ này lớn hơn hẳn ở thí dụ 1.30 là 24,2Ω chính vì vậy nếu bộ phá băng này chuyển sang đấu hình sao công suất chỉ còn 1/3 và ngược lại nếu lấy bộ đấu sao R = 24,2Ω đấu sang Δ thì công suất tăng gấp 3 lần. Các bạn hãy tự chứng minh).



Hình 1.49. Mất pha L1, có nối N.

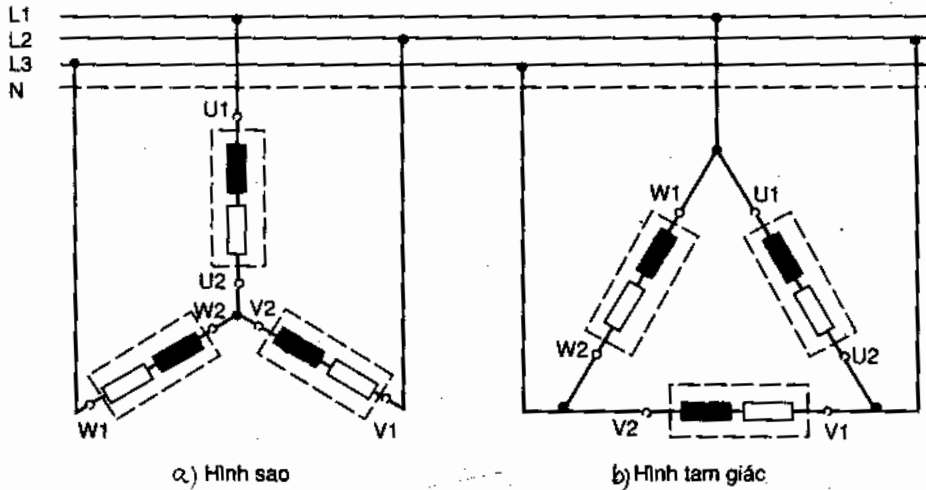


Hình 1.50. Mất pha L1 không nối N.

Mắc hình tam giác cũng có thể xảy ra các hỏng hóc tương tự như mất pha (một pha L1, hai pha L1 và L2) hoặc mất điện trở (cháy hoặc đứt mạch một hoặc 2 điện trở), ta có thể phân tích và tính được công suất còn lại của phụ tải, ở đây không đề cập tiếp.

### 1.7.3. Động cơ máy nén lạnh điện ba pha

Hình 1.51 biểu diễn cách mắc động cơ máy nén vào lưới điện 3 pha xoay chiều trong đó mỗi cuộn dây được coi là gồm 2 thành phần điện cảm L và điện trở thuần R mắc nối tiếp.



Hình 1.51. Động cơ máy nén mắc vào lưới điện 3 pha.  
a) Hình sao ; b) Hình tam giác

Một số đại lượng cơ bản xác định như sau :

$$\text{Công suất thực của động cơ : } P = U.I.\cos\varphi.\sqrt{3} \quad (1.49)$$

$$\text{Công suất phản kháng : } Q = U.I.\sin\varphi.\sqrt{3} \quad (1.50)$$

$$\text{Công suất biểu kiến : } S = U.I.\sqrt{3} \quad (1.51)$$

Các định luật và công thức khác xem phần 1.7.1 và 1.7.2.

**Thí dụ 1.32 :**

Một máy nén lạnh động cơ ba pha MT 125 HU của hãng Maneurop làm việc ở chế độ nhiệt độ bay hơi  $0^{\circ}\text{C}$ , nhiệt độ ngưng tụ  $40^{\circ}\text{C}$ .

Hãy xác định hệ số công suất  $\cos\varphi$  và công suất phản kháng.

**Giải :**

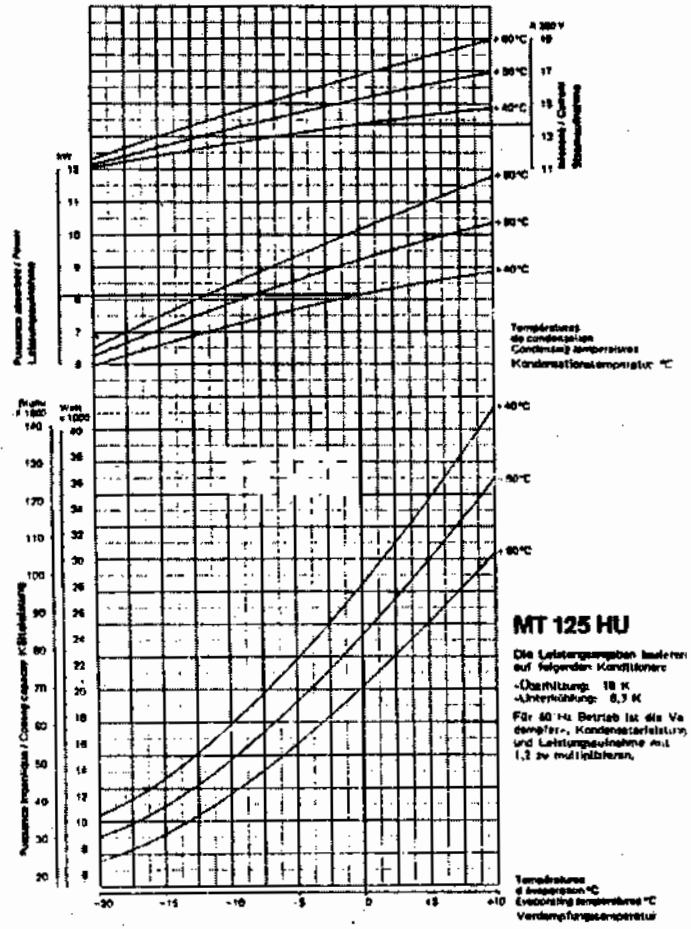
Từ đồ thị đặc tính (catalog) của máy nén MT125HU (hình 1.52), dóng đường  $t_0 = 0^{\circ}\text{C}$  vuông góc với trục hoành lên gặp các đường cong  $t_K = +40^{\circ}\text{C}$  ta đọc được :

$$\text{Năng suất lạnh } Q_0 = 28.000\text{W}$$

$$\text{Công suất tiêu tốn } P = 8,2\text{kW}$$

$$\text{Dòng điện } I = 13,8\text{A}$$

**Maneurop**



Hình 1.52. Đặc tính máy nén MT125HU hãng Maneurop (catalog của nhà chế tạo).

Từ biểu thức (1.49) ta có :

$$\cos\varphi = \frac{P}{U \cdot I \cdot \sqrt{3}} = \frac{8200}{380 \cdot 13,8 \cdot \sqrt{3}} = 0,903$$

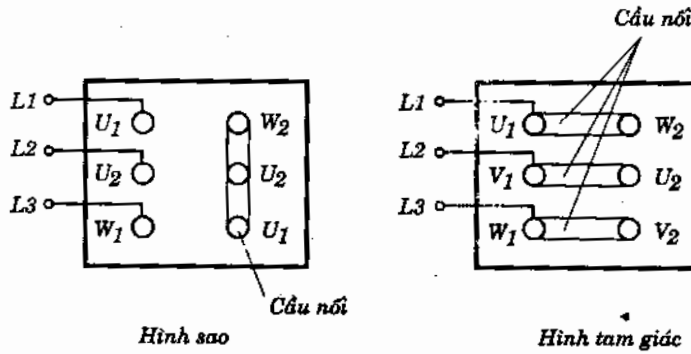
Từ  $\cos\varphi = 0,903 \rightarrow \varphi = 25,44^\circ \rightarrow \sin\varphi = 0,43$

Theo (1.50) có :

$$Q = U \cdot I \cdot \sin\varphi \cdot \sqrt{3} = 380 \cdot 13,8 \cdot 0,43 \cdot \sqrt{3} = 3900 \text{ VAR}$$

Thông thường, một động cơ điện có thể đấu sao hoặc tam giác vào mạng tùy theo thông số ghi trên nhãn động cơ. Thí dụ trên nhãn động cơ ghi điện áp 380/220V thì chỉ được đấu sao vào mạng 380 V còn điện áp qua các cuộn dây phụ tải chỉ được 220V mà thôi. Nếu trên nhãn ghi 660/380V thì mới được đấu tam giác vào nguồn 380V khi đó điện áp qua cuộn dây phụ tải là 380V hoặc đấu sao vào nguồn 660V, và điện áp qua cuộn dây phụ tải vẫn chỉ là 380V. Hình 1.53 giới thiệu sơ đồ đấu dây hình sao và hình tam giác trên ổ đấu dây động cơ. Động cơ gồm 3 cuộn dây với 6 đầu dây U1 - U2 ; V1 - V2 và W1 - W2. Nếu đấu hình sao L1, L2, L3 lần lượt với U1, V1, W1 còn các

dầu W2, U2 và V2 dùng cầu nối để nối lại với nhau. Nếu đầu tam giác có các cầu L1 - U1 - W2 ; L2 - V1 - U2 và L3 - W1 - V2.



Hình 1.53. Sơ đồ đầu dây hình sao và hình tam giác trên ổ đầu dây của động cơ.

#### 1.7.4. Tổn thất điện áp và tổn thất công suất trên lưới điện xoay chiều

Như đã đề cập ở phần trên, dây dẫn có điện trở riêng và vì vậy có tổn thất điện áp và công suất trên dây dẫn từ nguồn điện tới phụ tải điện. Tuy nhiên, ở dòng điện hình sin một pha chiều dài dây dẫn tính cả đường đi và về, ở dòng điện ba pha chỉ cần tính chiều dài một đường từ nguồn tới phụ tải vì không cần dây trung tính.

Tổn thất điện áp của dòng điện xoay chiều :

$$U_v = \frac{I \cdot \cos\varphi \cdot l}{\mathcal{H} \cdot A} \quad (1.52)$$

Tổn thất công suất của dòng điện xoay chiều :

$$P_v = \frac{l \cdot P^2}{\mathcal{H} \cdot A \cdot U^2 (\cos\varphi)^2} \quad (1.53)$$

Tổn thất điện áp luôn lấy trên điện áp của phụ tải điện còn tổn thất công suất luôn tính theo điện áp dây.

**Thí dụ 1.33 :**

Máy nén MT160HW của hãng Maneurop làm việc ở nhiệt độ sôi  $t_0 = -5^\circ\text{C}$  và nhiệt độ ngưng tụ  $t_K = +50^\circ\text{C}$ . Máy nén được mắc hình sao vào lưới điện 380/220V bằng dây đồng tiết diện  $2,5\text{mm}^2$  với chiều dài 50m từ nguồn điện đến máy nén. Hãy xác định :

- Tổn thất điện áp trên dây dẫn ;
- Tổn thất công suất của động cơ. Cho biết catalog máy nén (hình 1.54)

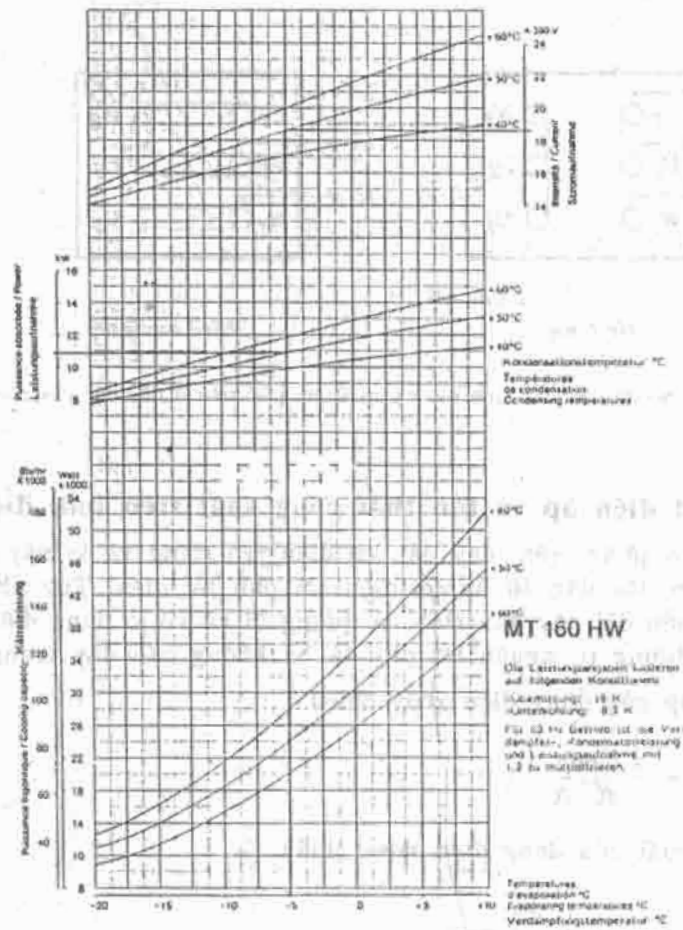
**Giải :**

Đóng đường  $t_0 = -5^\circ\text{C}$  gặp các đường  $t_K = 50^\circ\text{C}$  và đọc được :

$$Q_0 = 24.000 \text{ W}$$

$$P = 10,8 \text{ kW}$$

$$I = 18,6 \text{ A}$$



Hình 1.54. Catalog máy nén MT160HW của Maneurop.

$$a) \quad \cos \varphi = \frac{P}{U \cdot I \cdot \sqrt{3}} = \frac{10800 \text{ W}}{380 \text{ V} \cdot 18,6 \text{ A} \cdot \sqrt{3}} = 0,882$$

$$U_v = \frac{l \cdot I \cdot \cos \varphi}{\mathcal{H} \cdot A} = \frac{50 \text{ m} \cdot 18,6 \text{ A} \cdot 0,882}{56 (\text{m}/\Omega \text{ mm}^2) \cdot 2,5 \text{ mm}^2} = 5,86 \text{ V}$$

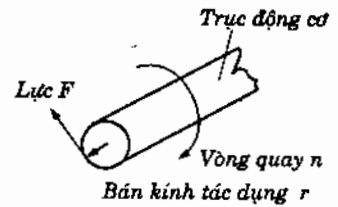
(lấy chuẩn theo điện áp phụ tải  $U_p = 220\text{V}$ ).

$$b) \quad P_v = \frac{l \cdot P^2}{\mathcal{H} \cdot A \cdot U^2 (\cos \varphi)^2} = \frac{50 \text{ m} \cdot (10800 \text{ W})^2}{56 (\text{m}/\Omega \text{ mm}^2) \cdot 2,5 \text{ mm}^2 \cdot (380 \text{ V})^2 \cdot (0,882)^2} = 370,8 \text{ W}$$

## 1.8. TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN TRONG KỸ THUẬT LẠNH

### 1.8.1. Tốc độ vòng quay, moment quay và công suất

Trong kỹ thuật lạnh chủ yếu sử dụng động cơ dị bộ một hoặc ba pha. Trục quay của động cơ gắn trên rôto chính là chi tiết truyền động lực để máy nén làm việc. Riêng đối với kỹ thuật lạnh, ngoài tốc độ vòng quay, công suất động cơ thì moment quay cũng là thông số quan trọng vì khởi động máy nén lạnh khá nặng nề và đòi hỏi moment khởi động lớn. Moment quay được định nghĩa là tích của lực tác động lên một điểm nằm trên chu vi của trục động cơ (hình 1.55).



Hình 1.55. Truyền lực của trục động cơ.

Moment = lực  $\times$  cánh tay đòn

$$M = F \cdot r, \text{ đơn vị Nm} \quad (1.54)$$

Công suất P của động cơ được tính bằng công W chia cho thời gian thực hiện  $\tau$  :

$$P = \frac{W}{\tau}, \text{ đơn vị W (hay } \frac{Ws}{s} \text{)} \quad (1.55)$$

Thời gian thực hiện  $\tau$  xác định theo biểu thức :

$$\tau = \frac{1}{n}, \text{ đơn vị s}$$

trong đó : n - tốc độ vòng quay đơn vị vg/s

Thí dụ : n = 1440 vg/ph đổi ra là  $1440/60 = 24$  vg/s

$$P = W \cdot n = F \cdot s \cdot n = F(2\pi r) \cdot n = M \cdot 2\pi n$$

$$\text{Nhưng : } P = U^2/R = I^2R \quad (1.56)$$

Nên có thể rút ra :

Moment của một động cơ tỷ lệ thuận với bình phương điện áp hoặc bình phương dòng điện. Đây là cơ sở để làm cho máy nén khởi động tốt.

*Thí dụ 1.34 :*

Một động cơ máy nén với số vòng quay n = 1440 vg/ph có moment M = 10Nm (Newtonmet). Công suất của trục là bao nhiêu ?

*Giải :*

$$n = 1440 \text{vg/ph} = 1440/60 = 24 \text{vg/s}$$

$$P = M \cdot 2\pi \cdot n = 10 \text{Nm} \cdot 2\pi \cdot 24 \frac{\text{vg}}{\text{s}} = 1508 \text{W} \approx 1,5 \text{kW}$$

### 1.8.2. Động cơ một pha trong block máy nén lạnh

Do dòng điện xoay chiều 1 pha chạy trong cuộn dây quấn stato không tạo được moment quay nên rotor không tự quay được. Để tạo ra moment khởi động cho động cơ quay người ta bố trí thêm một cuộn dây động làm lệch pha dòng điện tạo moment quay

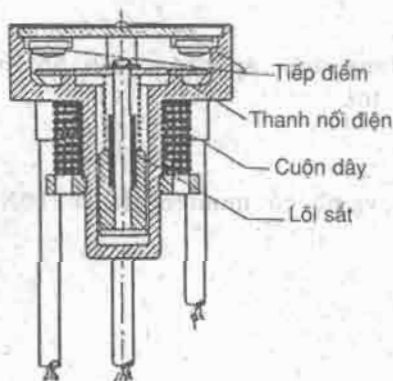


rotor. Khi rotor đạt 75% tốc độ định mức cuộn đề sẽ được ngắt ra nhờ một công tắc (thường là role khởi động kiểu dòng điện, kiểu điện áp hoặc một điện trở PTC...).

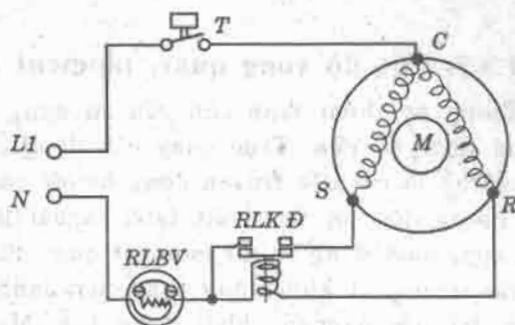
Đối với các động cơ nhỏ (nhỏ hơn 1 mã lực) thường dùng role khởi động kiểu dòng điện (xem mục...) và đối với các động cơ lớn của block máy điều hòa thường dùng role khởi động kiểu điện áp [4]

Hình 1.56. giới thiệu sơ đồ điện của động cơ sử dụng role khởi động kiểu dòng điện. Đây cũng là sơ đồ đơn giản nhất, chỉ có một role khởi động RLKD và một role bảo vệ kiểu dòng điện RLBV dùng cho các tủ lạnh nhỏ. Nhược điểm là moment khởi động nhỏ.

Hình 1.57 mô tả một kiểu role khởi động kiểu dòng điện của hãng Danfoss. Role gồm có 1 cuộn dây, 1 lõi sắt, các tiếp điểm và thanh nối tiếp điểm. Lõi sắt, các tiếp điểm được bố trí trong vỏ kín để tránh bụi bẩn gây trục trặc. Đường kính dây có kích thước đúng bằng đường kính dây cuộn khởi động. Role làm việc như sau : Do được nối tiếp với cuộn dây làm việc CR nên khi tiếp điện cho động cơ, rotor chưa quay, dòng điện qua cuộn dây là dòng chập mạch rất lớn, từ trường sinh ra ở cuộn dây đủ sức nâng lõi sắt lên nối lại tiếp điểm cho cuộn khởi động. Cuộn khởi động có điện, rotor bắt đầu quay. Khi tốc độ rotor đạt khoảng 75% tốc độ định mức, dòng điện giảm và lực điện từ không đủ giữ lõi thép, lõi thép rơi xuống, ngắt tiếp điểm, ngắt cuộn khởi động ra khỏi mạch điện trong khi động cơ tiếp tục làm việc.

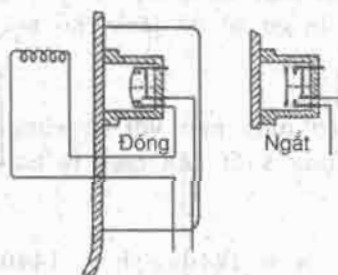


Hình 1.57. Một kiểu Role khởi động kiểu dòng điện (Danfoss) dùng cho các loại động cơ nhỏ (dưới 1 mã lực).



Hình 1.56. Sơ đồ điện động cơ một pha đơn giản chỉ có role khởi động RLKD và role bảo vệ :

- RLBV - kiểu dòng điện, không có tụ
- L1 - Điện xoay chiều 1 pha
- N - Dây trung tính
- M - Motor (roto)
- C - Common (đầu chung)
- S - Start (cuộn đề)
- R - Run (cuộn chạy)
- T - Thermostart.



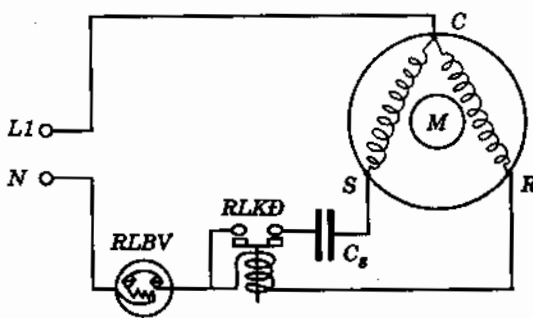
Hình 1.58. Một kiểu role bảo vệ kiểu dòng điện gắn trực tiếp lên vỏ block.

Hình 1.58 mô tả một dạng role bảo vệ kiểu dòng điện của hãng Danfoss. Nguyên tắc làm việc của role bảo vệ là đóng mạch cho động cơ làm việc khi dòng điện ổn định và bằng dòng định mức và ngắt mạch để bảo vệ động cơ khi dòng vượt mức cho phép

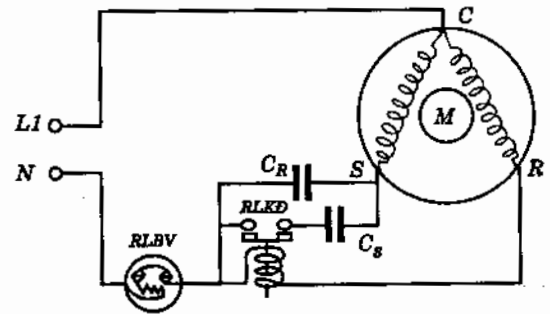
trong các trường hợp động cơ bị quá tải. Cấu tạo của role chủ yếu gồm một sợi đốt và một thanh lưỡng kim mang tiếp điểm.

Khi dòng điện bằng dòng định mức, sợi đốt hay dây điện trở sinh ra lượng nhiệt nhỏ không đủ uốn cong thanh lưỡng kim nên tiếp điểm đóng cho động cơ làm việc. Khi động cơ bị quá tải, dòng điện tăng, dây điện trở sinh ra lượng nhiệt lớn đủ để thanh lưỡng kim bị uốn cong, ngắt tiếp điểm điện, bảo vệ động cơ, động cơ ngừng chạy. Khi role nguội đi, thanh lưỡng kim lại đóng cho động cơ làm việc. Để lấy thêm tín hiệu nhiệt độ từ block người ta thường bố trí role bảo vệ trực tiếp lên vỏ block. Nhiệt độ làm việc của role thường vào khoảng  $120 \div 150^{\circ}\text{C}$ . Khi rotor bị kẹt nhiệt độ trong role có thể tăng mỗi giây 10K.

Để nâng cao moment khởi động cho động cơ thường người ta bố trí thêm tụ để (tụ khởi động) (hình 1.59) và để nâng cao hiệu suất động cơ có thể bố trí thêm tụ ngâm (tụ làm việc) biểu diễn trên hình 1.60.

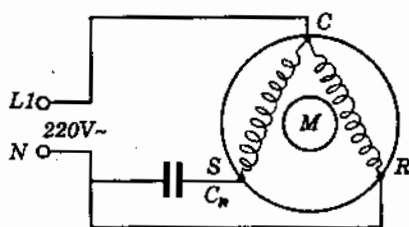


Hình 1.59. Sơ đồ điện động cơ một pha có tụ để :  
Cs - Tụ để (tụ kích hay tụ khởi động).

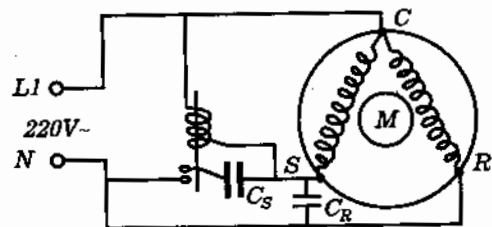


Hình 1.60. Sơ đồ điện động cơ một pha  
có tụ để và tụ ngâm :  
Cs - Tụ để  
CR - Tụ ngâm (tụ làm việc).

Trường hợp không cần moment khởi động cao và đơn giản các role KD và BV thì dụ trường hợp động cơ quạt dàn ngưng, quạt dàn bay hơi người ta chỉ dùng tụ ngâm để khởi động động cơ (hình 1.61). Một thí dụ điển hình của sơ đồ này trong đời sống là quạt trần.



Hình 1.61. Sơ đồ điện động cơ một pha  
chỉ có tụ ngâm dùng cho các loại quạt.



Hình 1.62. Sơ đồ điện động cơ một pha sử dụng role  
khởi động kiểu điện áp.

Đối với các động cơ (lớn hơn 1 mã lực) thường người ta dùng role điện áp do nhược điểm của role dòng điện là hay bị cháy sém tiếp điểm do đánh lửa khi dòng điện lớn lúc khởi động. Ngược lại với role dòng điện, role điện áp có đường kính dây của cuộn dây rất nhỏ. Cuộn dây được nối song song với cuộn khởi động (hình 1.62).

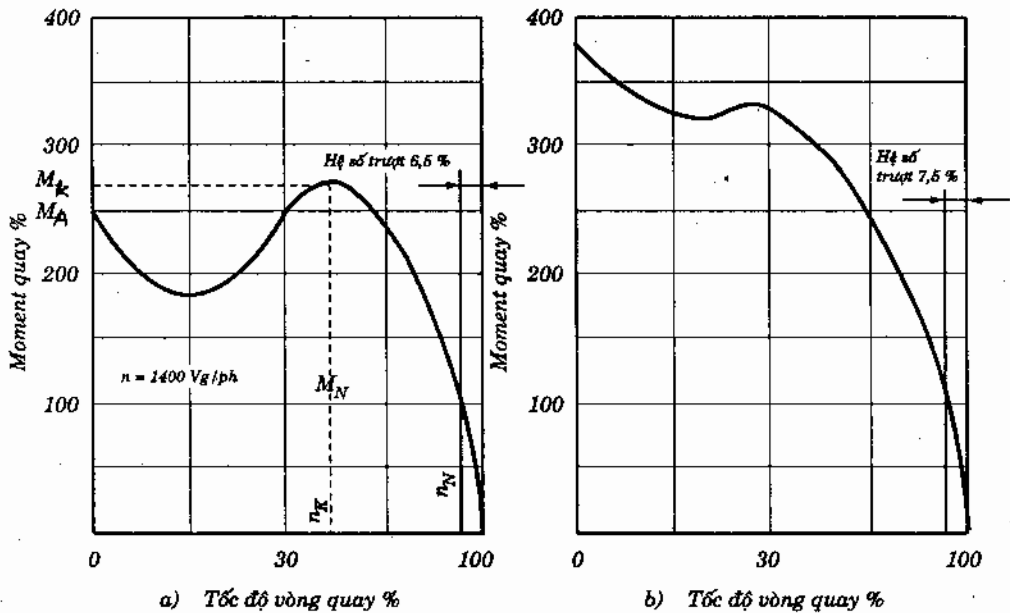
Cấu tạo của role điện áp được biểu diễn trên hình 1.34 với tiếp điểm thường đóng 21 - 22. Khi tiếp điện cho động cơ, do rôto chưa quay, dòng khởi động rất lớn (dòng chập mạch) nên điện áp trên cuộn dây rất nhỏ. Do đường kính dây rất nhỏ, điện trở lớn nên dòng điện chủ yếu đi qua cuộn khởi động. Khi rôto quay, dòng điện giảm, điện áp tăng dần. Khi rôto đạt 75% tốc độ định mức, điện áp đủ lớn để từ trường sinh ra đủ hút thanh đôn bẩy ngắt tiếp điểm cuộn khởi động khỏi mạch điện và giữ tiếp điểm ngắt suốt quá trình động cơ làm việc. Do khi ngắt dòng điện là dòng làm việc, nhỏ hơn nhiều so với dòng khởi động nên tiếp điểm không bị cháy sém, tuổi thọ cao.

Role khởi động kiểu điện áp cũng có thể sử dụng cả với tụ ngâm như hình 1.60 hoặc không cần tụ nào như hình 1.56 đều được.

### 1.8.3. Động cơ ba pha cho máy nén lạnh

Một đặc điểm cơ bản của động cơ máy nén lạnh là yêu cầu có moment khởi động lớn để có thể tái khởi động máy nén trong điều kiện đầy tải.

Yêu cầu đó xuất phát từ chế độ làm việc của máy lạnh. Đối với một động cơ thường, thí dụ động cơ quạt dàn ngưng chẳng hạn, tải bằng không ở thời điểm khởi động. Tải chỉ tăng lên từ từ theo tốc độ của quạt. Trái lại ở máy lạnh, khi thermostat (role nhiệt độ) ngắt, máy nén dừng và khi thermostat đóng trở lại máy nén phải làm việc ngay ở chế độ đầy tải rất nặng nề. Chính vì vậy moment khởi động của động cơ máy nén lạnh thường đạt 3,75 lần moment làm việc trong khi đó các động cơ thường chỉ đạt 2,5 lần.



Hình 1.63. Moment khởi động phụ thuộc tốc độ vòng quay :

a) Động cơ thường ; b) Động cơ máy nén lạnh

$M_K$  - Moment cực đại, nếu tải có moment lớn hơn  $M_K$ , động cơ sẽ ngừng chạy. Đây là thông số tải lớn nhất động cơ có thể vượt qua.

$M_A$  - Moment khởi động =  $f(n)$

$M_N$  - Moment danh định (Moment khi làm việc đầy tải).

Khi làm việc với  $M_N$ , động cơ có số vòng quay  $n_N$  công suất  $P_N$  và dòng điện  $I_N$  như ghi trên mác máy.

$n_K$   $n_N$  - Số vòng quay ở moment cực đại và số vòng quay định mức.

Hình 1.63 mô tả đặc tính moment khởi động của động cơ thường và động cơ dùng cho máy nén lạnh. Ngoài ra, để tăng moment khởi động cho động cơ công nghiệp có thể dùng cách đấu tam giác - sao hay đối với động cơ 1 pha dùng tụ để, tụ ngâm...

Tốc độ động cơ phụ thuộc vào số cặp cực và tần số dòng điện xoay chiều  $n$ , đơn vị vg/ph :

$$n = \frac{60f}{p} (1 - s) \quad (1.57)$$

$f$  - tần số điện, điện lưới 50Hz hoặc 60Hz hoặc với tần số bất kỳ qua máy biến tần ;

$p$  - số cặp cực ;

$s$  - hệ số trượt ;

60 - hệ số đổi đơn vị vg/s ra vg/ph.

Nếu bỏ qua hệ số trượt ta có số vòng quay động cơ như sau :

Số cặp cực (số cực)	1 (2)	2 (4)	3 (6)	4 (8)
$n_{50Hz}$ , vg/ph	3000	1500	1000	750
$n_{60Hz}$ , vg/ph	3600	1800	1200	900

Hệ số trượt của động cơ thường đạt tới khoảng 6,5% và của động cơ máy nén lạnh tới khoảng 7,5%

*Thí dụ 1.35 :*

Trên máy nén nửa kín có ghi  $n = 1440$ vg/ph. Hãy xác định số vòng trượt và hệ số trượt của động cơ.

*Giải :*

Theo bảng trên thì động cơ có 4 cực hay 2 cặp cực làm việc ở tần số 50Hz với tốc độ đồng bộ là 1500vg/ph. Vậy số vòng trượt  $n_{tr}$  là :

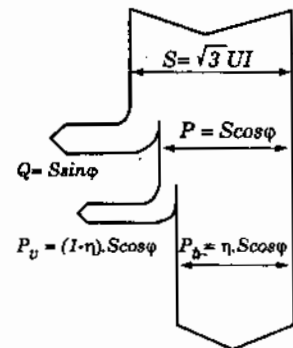
$$n_{tr} = 1500 - 1440 = 60 \text{ vg/ph}$$

Hệ số trượt  $s$  là :

$$s = 1 - \frac{np}{60f} = 1 - \frac{1440 \cdot 2}{60 \cdot 50} = \frac{60}{1500} = 0,04 = 4\%$$

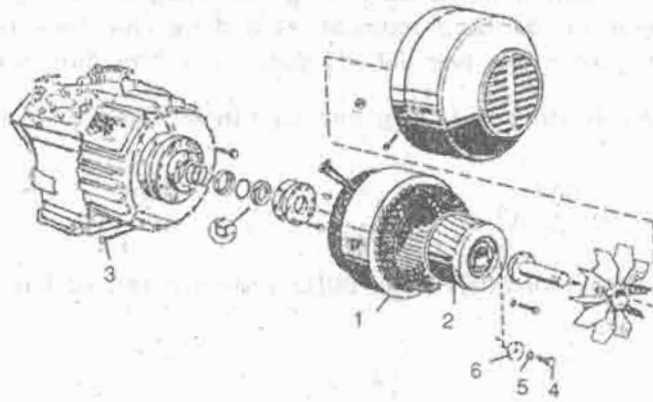
Tính chất vận hành của một động cơ được biểu hiện qua hệ số  $\cos\varphi$  và hiệu suất  $\eta$ . Tích của hệ số  $\cos\varphi$  và hiệu suất  $\eta$  được coi là độ hoàn thiện động cơ. Tích đó càng lớn, độ hoàn thiện động cơ càng cao. Hình 1.64 biểu diễn các tổn thất công suất trong động cơ.

Để đảm bảo một sự vận hành hoàn hảo của động cơ, cần phải tuân thủ các yêu cầu về lắp ráp khi sản xuất và sau khi sửa chữa. Hình 1.65 giới thiệu một số yêu cầu lắp ráp của hãng Bock (CHLB Đức). Phần khởi động và hạn chế dòng khởi động sẽ đề cập đến ở phần sau.



Hình 1.64. Tổn thất công suất động cơ :

- S - Công suất biểu kiến
- Q - Công suất phản kháng
- P - Công suất thực của động cơ
- $P_v$  - Tổn thất công suất
- $\eta$  - Hiệu suất động cơ
- $P_b$  - Công suất trên trục động cơ.



**Hình 1.65.** Những yêu cầu cần chú ý khi lắp ráp động cơ BOCK :

- 1 - vỏ động cơ phải hoàn toàn sạch sẽ
- 2 - không được làm sây sứt stator 1 bằng các dụng cụ làm việc
- 3 - đẩy stator 1 vào vỏ sắt đến cũ chặn
- 4 - không được để dây nối điện bị kẹt
- 5 - vặn nhẹ bulông 3 trên vỏ động cơ một chút
- 6 - lau sạch và tra dầu nhẹ phần côn của trục động cơ và rotor .

- Đặt cho rotor 2 lên đầu côn. CHÚ Ý ! Lò xo tấm phải nằm trong rãnh
- BẮT CHẶT rotor 2 bằng bulông 4, tấm điện 6 và vòng lò xo 5
- Dùng dũa kiểm tra xem rotor và stator có đặt đúng vị trí không
- Khe hở đến chung quanh phải đạt  $AM\ 1/2 = 0,25\ mm$  ;  $AM\ 3/4 = 0,3\ mm$ ,  $AM\ 5 = 0,4\ mm$   
Nếu khe hở không đều có thể điều chỉnh bằng các bulông siết chặt và bulông 3
- Lắp hoàn chỉnh stator cần nhớ rẽle bảo vệ cuộn dây ;
- Kiểm tra tiếp điện
- Điều chỉnh dòng điện danh định ở rẽle quá tải (xem nhãn động cơ).

## KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN ĐIỆN

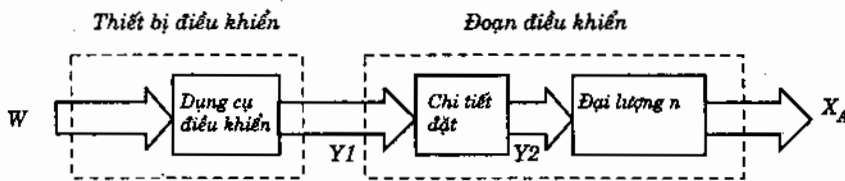
### CHƯƠNG 2

## ĐIỀU KHIỂN ĐIỆN TRONG KỸ THUẬT LẠNH

### 2.1. ĐẠI CƯƠNG

#### 2.1.1. Một số đại lượng cơ bản

Hình 2.1 biểu diễn mô hình chuỗi điều khiển,



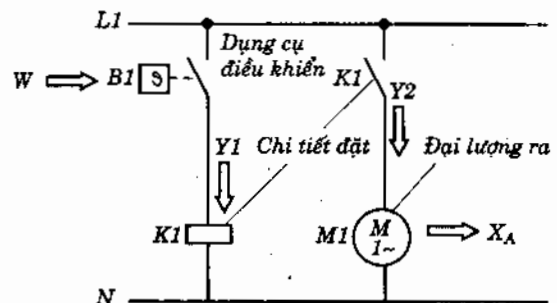
Hình 2.1. Chuỗi điều khiển.

trong đó :

- W - đại lượng dẫn, đại lượng này được dẫn vào đoạn điều khiển ;
- Y1 - đại lượng đặt, đại lượng này truyền tác động của thiết bị điều khiển vào đoạn điều khiển ;
- Y2 - đại lượng đặt, đại lượng này tác động vào đại lượng ra ;
- XA - đại lượng ra, đây là đại lượng cần được tác động.

Thí dụ : Hình 2.2 mô tả chuỗi điều khiển trong tủ lạnh gia đình.

Trong thí dụ trên, Thermostat B1 sau khi nhiệt độ vượt quá giới hạn cho phép, đã tạo ra điện áp ở K1 và đóng mạch K1 cho động cơ hoạt động sản xuất lạnh để giảm nhiệt độ trong tủ lạnh xuống phạm vi cho phép.



Hình 2.2. Thí dụ về một chuỗi điều khiển trong tủ lạnh gia đình :

- W - Nhiệt độ đo đầu cảm nhiệt ghi nhận được ;
- Y1 - Điện áp ở bộ ngắt ;
- Y2 - Điện áp ở động cơ (Mô tơ) ;
- XA - Tác động làm lạnh.

### 2.1.2. Các ký hiệu thông dụng của phụ kiện và khí cụ điện

Các bảng 2.1 đến 2.6 giới thiệu các ký hiệu sử dụng (DIN 40900)

Bảng 2.1 : Đường dây và mối nối

Bảng 2.2 : Các thiết bị tác động

Bảng 2.3 : Các chi tiết đóng mạch và các dụng cụ đóng mạch

Bảng 2.4 : Các dụng cụ báo hiệu và chỉ thị

Bảng 2.5 : Các động cơ (mô tơ)

Bảng 2.6 : Các loại cầu chì.

**BẢNG 2.1. Đường dây và mối nối**

Dây dẫn nối chung		Ổ cắm	
Mối nối nối chung		Phích cắm	
Mối nối không tháo được		Mối nối bằng ổ - phích cắm	
Mối nối tháo được		Nối đất nối chung	
Dây dẫn bảo vệ		Vị trí nối của dây dẫn bảo vệ	
Thanh đấu dây		Dây dẫn nhiều lõi	

**BẢNG 2.2. Các thiết bị tác động**

Tác động bằng tay nói chung		Lực tác động qua nhiệt độ	
Tác động bằng lực nén		Lực tác động qua áp suất	
Tác động bằng lực kéo		Lực tác động qua độ ẩm	
Tác động bằng lực quay		Lực tác động qua dòng chảy	
Tác động bằng lực gập		Lực tác động qua vòng quay	
Tác động bằng chia khoá mở		Ô đóng ngắt bằng nhà cơ cấu cơ	
Tác động bằng đầu cảm		Tác động bằng điện từ (cuộn dây)	
Tác động bằng lực nói chung		Tác động có độ trễ hút	
Tác động có độ trễ nhà		Cuộn dây rơle điện từ	
Tác động có độ trễ hút và nhà		Cuộn dây rơle nhiệt	
Van điện từ		Đồng hồ thời gian	

200.000

**BẢNG 2.3. Các chi tiết đóng mạch và các dụng cụ đóng mạch**

Tiếp điểm thường mở		Tiếp điểm đóng bằng tay tự ngắt (nút)	
Tiếp điểm thường đóng		Tiếp điểm đóng bằng tay có rãnh (cầu dao)	
Tiếp điểm chuyển mạch		Khóa hãm nối chung có thể mở bằng tay	
Tiếp điểm thường mở tác động đóng trễ (khi đóng)		Tiếp điểm mở tác động bằng dòng quá tải qua điện trở	
Tiếp điểm thường mở tác động mở trễ (khi mở)		Cầu dao chuyển mạch 4 vị trí	
Tiếp điểm thường đóng tác động mở trễ (khi mở)		Tiếp điểm bảo vệ đường dây	
Tiếp điểm thường đóng tác động đóng trễ (khi đóng)		Tiếp điểm bảo vệ động cơ với tác động nhiệt và từ tính	

**BẢNG 2.4. Các dụng cụ báo hiệu và chỉ thị**

Đèn báo hiệu nối chung		Khí cụ đo công suất phản kháng	
Còi		Công tơ met (đồng hồ đo Watt- giờ)	
Volt kế		Đồng hồ đo thời gian vận hành	
Amper kế			

**BẢNG 2.5. Các động cơ**

Động cơ không đồng bộ một pha		Động cơ ba pha có các cuộn dây riêng biệt	
Động cơ không đồng bộ ba pha		Động cơ ba pha có các cuộn dây kiểu Dahlander	

**BẢNG 2.6. Các loại cầu chì**

Cầu chì nối chung		Cầu chì và tiếp điểm riêng biệt	
Cầu chì với tiếp điểm			



### 2.1.3. Các chữ cái ký hiệu của phụ kiện điện

Ngoài các ký hiệu, các phụ kiện còn có các chữ cái ký hiệu cho các phụ kiện điện. Ở đây tạm lấy các ký hiệu của DIN 40719 để sử dụng khi chưa có TCVN (bảng 2.7) :

**BẢNG 2.7. Chữ cái ký hiệu cho kiểu loại phụ kiện điện**

<i>Chữ cái</i>	<i>Kiểu loại phụ kiện điện</i>	<i>Thí dụ</i>
A	Nhóm hoặc cụm chi tiết	Relé tổng cho động cơ kiểu điện tử như dạng "Hộp đen"
B	Bộ chuyển đổi từ đại lượng phi điện sang đại lượng điện	Relé nhiệt độ (thermostat), relé nhiệt, relé quá tải, relé áp suất (pressostat)
C	Tụ điện	Tụ để
E	Các loại khác nhau	Điện trở xả băng chiếu sáng
F	Các thiết bị bảo vệ	Các cầu chì, các relé áp suất bảo vệ
H	Các thiết bị báo hiệu	Đèn báo hỏng hóc khi áp suất quá cao
K	Relé bảo vệ	Relé nhiệt, relé thời gian
M	Động cơ (Mô tơ)	Động cơ quạt
P	Thiết bị đo và thử nghiệm	Đồng hồ đo thời gian vận hành
Q	Dụng cụ đóng điện cao áp	Aptomat
R	Điện trở	Điện trở khởi động
S	Bộ đóng ngắt	Bộ đóng mạch điều khiển
X	Kẹp, phích cắm	Thanh đấu điện
Y	Thiết bị cơ khí tác động bằng điện	Van điện tử

Bảng 2.8 giới thiệu các chữ cái ký hiệu các chức năng của phụ kiện điện.

**BẢNG 2.8. Các chữ cái ký hiệu các chức năng của phụ kiện điện**

<i>Chữ cái</i>	<i>Chức năng chung</i>
A	Chức năng phụ, ngắt
E	Đóng
F	Bảo vệ, an toàn
H	Báo hiệu
M	Chức năng chính
T	Chức năng thời gian

Các ký hiệu chữ cái trên được chia làm 4 khối trong một chuỗi. Trong đó ký hiệu :

Khối 1 : = Công trình

Khối 2 : + Vị trí

Khối 3 : - Kiểu loại, số thứ tự, chức năng

Khối 4 : : (vít, kẹp) dấu dây.

228-229

**Thí dụ 2.1.**

Cho biết ký hiệu : Trung tâm điều hòa 2 + KS4 - K3T : X1 : 14

Hãy giải thích ý nghĩa kí hiệu trên.

**Giải :**

Khối 1 : Trung tâm điều hòa 2 của nhiều trung tâm điều hòa không khí của một công trình nào đó (Thí dụ có 3 trung tâm ĐH 1, 2, 3)

Khối 2 : KS4 bảng điện số 4 (thí dụ trong 8 bảng điện của trung tâm điều hòa thứ 2).

Khối 3 : K3T : K3 - role số 3 ; T - thời gian  
vậy K3T là role thời gian số 3

Khối 4 : X1 : 14 - vít đầu dây số 14 của thanh đầu dây X1.

Như vậy có thể giải thích là ở trung tâm điều hòa 2, bảng điện số 4 có role thời gian số 3 đấu ở thanh đầu dây X1 vị trí đầu dây 14.

**2.1.4. Một số khí cụ điện dùng trong kỹ thuật lạnh**

**a) Contactor, role bảo vệ**

Contactor, role đã được giới thiệu ở phần trên (xem hình 1.34). Ở đây sẽ giới thiệu tỉ mỉ hơn về sơ đồ và ứng dụng của Contactor, role cũng như một số phụ kiện khác sử dụng trong kỹ thuật lạnh.

Hình 2.2. giới thiệu một contactor và sơ đồ mạch của nó. Khi nối dòng điện 220V vào cuộn dây thì các tiếp điểm được tác động, có thể là đóng đối với công tắc đóng và mở đối với công tắc mở (xem bảng 2.3) tùy theo loại role.

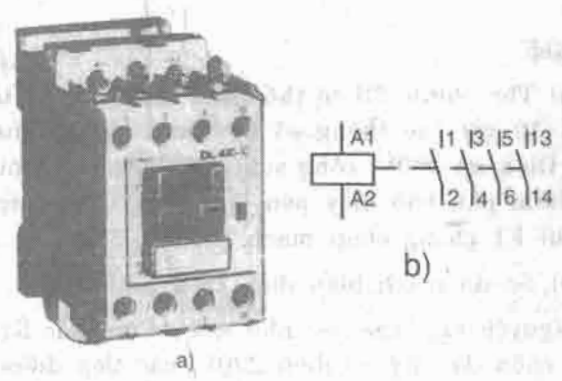
Về nguyên tắc có thể phân theo 2 loại :

- Role bảo vệ chính hoặc role bảo vệ công suất ;
- Role bảo vệ phụ hoặc role điều khiển.

Một số role bảo vệ chính là role được mắc nối tiếp vào mạch cung cấp điện cho hệ tiêu thụ điện (thí dụ động cơ máy nén lạnh). Đặc điểm cơ bản của nó là các mạch của nó được mắc vào ba pha của lưới điện cung cấp điện cho động cơ máy nén. Ngoài 3 mạch chính role còn có các mạch phụ có thể dùng để lắp các mạch điều khiển.

Hình 2.3. Giới thiệu một trích đoạn từ catalog của hãng Schiele về các côngtactơ bảo vệ động cơ.

**Thí dụ 2.2 :** Hãy chọn contactor phù hợp và vẽ sơ đồ điện cho một máy nén cơ động cơ ba pha công suất 6kW, điện áp 380V. Máy nén được mắc trực tiếp lên một công tắc. Ngoài các tiếp điểm chính cần 1 tiếp điểm phụ để bố trí một đèn hiệu "ON" của máy nén. Cần phải bảo vệ máy nén chống chập mạch.



**Hình 2.2.** Contactor (hãng SCHIELE CHEB Đức) kiểu DLAK-10 ;

- a) Hình dáng bên ngoài ;
- b) Sơ đồ mạch điện
- Các kí hiệu nối mạch
- Cho cuộn dây : A1-A2
- 3 mạch chính : 1-2 ; 3-4 và 5-6
- 1 mạch phụ : 13-14.

Công suất định mức của động cơ xoay chiều ba pha (ΔC3)				Dòng làm việc định mức AC1/AC3	Kiểu contactor	Số đồ tiếp điểm	Kiểu contactor	Số đồ tiếp điểm	Role nhiệt tương thích
220V	380V	500V	660V						
2,2	4	5,5	4	20/9	DL 4K-10		DL 4 K-01		M 22 K
3	5,5	7,5	5,5	25/12	DL 5K-10		DL 5 K-01		M 22 K
4	7,5	11	7,5	32/16	DL 7K-10		DL 7 K-01		M 22 K
5,5	11	15	11	40/23	DL 11K-10		DL 11 K-01		M 22 K
9	15	18,5	15	54/30	DL 15K-00				M 36 K
11	18,5	20	18,5	54/37	DL 18-00				M 36 K

Hình 2.3. Trích đoạn từ catalog về các contactor Schiele.

**Giải :**

a) Theo hình 2.3 có thể chọn contactor kiểu DL7K-10 với các thông số kỹ thuật chính như sau : Điện áp 380V, công suất 7,5kW và có một tiếp điểm phụ báo máy nén làm việc "ON". Các cầu chì F1 chống chập mạch.

b) Sơ đồ mạch biểu diễn trên hình 2.4.

Nguyên tắc làm việc như sau : Công tắc S1 đóng, cuộn dây K1 có điện 220V, các tiếp điểm 380V đóng, máy nén làm việc đồng thời đèn hiệu "ON" của máy nén sáng. Nếu ngắt S1, tất cả các tiếp điểm cũng bị ngắt, động cơ ngừng và đèn hiệu cũng tắt.

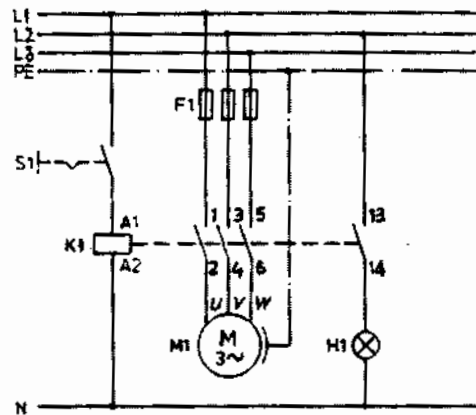
**b) Công tắc, nút bấm**

Các nhà sản xuất đưa ra thị trường rất nhiều các loại công tắc, nút bấm khác nhau cho mọi ứng dụng khác nhau trong kỹ thuật điện. Cũng giống như role, aptomat... công tắc và nút bấm cũng có các loại đóng hoặc mở, tự nhả hay giữ ở vị trí tác động.

Hình 2.5 giới thiệu sơ đồ mạch điện loại nút bấm và công tắc xoay.

Nút bấm được bố trí các mẫu khác nhau để dễ phân biệt như :

- Đỏ : OFF, ngắt mạch dừng một hoặc nhiều động cơ ;
- Vàng : Tác động để đề phòng các trường hợp bất thường ;
- Xanh (lá cây) : ON, đóng mạch cho một hoặc nhiều động cơ hoạt động ;
- Các mẫu còn lại như xanh nước biển, đen, xám, trắng không có chỉ định cụ thể.



Hình 2.4. Sơ đồ mạch điện cho thí dụ 2.2.



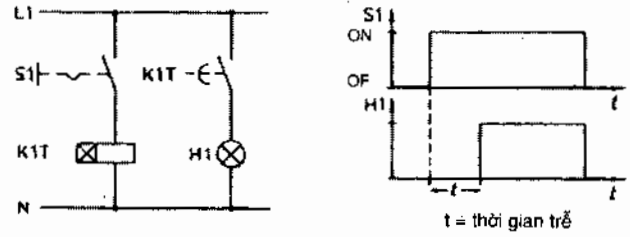
Hình 2.5. Nút bấm và công tắc.

**c) Role thời gian**

Role thời gian là một thiết bị đóng ngắt mạch điện theo thời gian đã định trước. Có thể phân làm 2 loại role thời gian theo chức năng :

- Trễ hút (hình 2.6)
- Trễ nhà (hình 2.7)

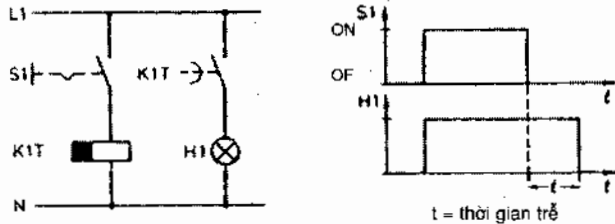
Hình 2.8 giới thiệu ký hiệu tiếp điểm của role thời gian.



**Hình 2.6.** Role thời gian trễ hút

ON - S1 đóng, sau thời gian trễ  $\tau$  cuộn dây mới có điện và đèn hiệu H1 mới bật sáng.

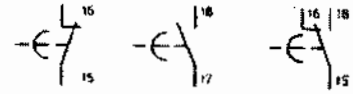
OFF - S1 ngắt : Cuộn dây và đèn hiệu tắt đồng thời.



**Hình 2.7.** Role thời gian trễ nhà

ON-S1 đóng, cuộn dây có điện và đèn H1 sáng tức thời.

OFF-S1 ngắt, cuộn dây và đèn H1 ngắt sau thời gian trễ  $\tau$ .



**Hình 2.8.** Ký hiệu tiếp điểm của role thời gian :

- a) Chỉ có chức năng mở (tiếp điểm thường đóng) ;
- b) Chỉ có chức năng đóng (tiếp điểm thường mở) ;
- c) Chuyển đổi.

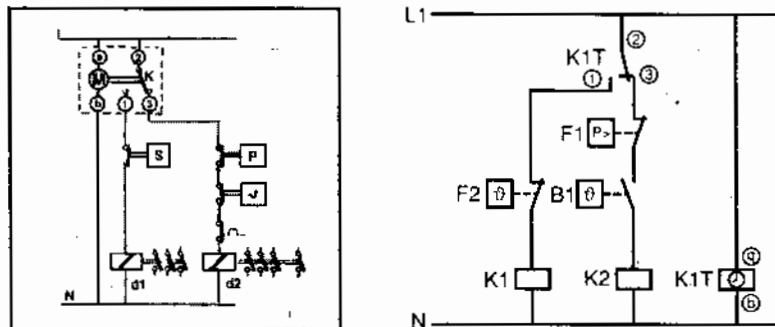
Role thời gian còn nhiều dạng khác nhau đáp ứng các nhu cầu tự động trong kỹ thuật nói chung và trong hệ thống lạnh nói riêng. Thí dụ role thời gian dùng để xả đá hoạt động đóng mở liên tục mỗi ngày 1, 2, 3, hoặc 4 lần phá băng, mỗi lần 5 đến 15 phút tùy yêu cầu... Các loại này thường được gọi là role thời gian đa chức năng.

**d) Đồng hồ phá băng**

Nếu không có nhu cầu phá băng cụ thể thì việc phá băng thường được thực hiện bằng một đồng hồ phá băng. Đồng hồ phá băng không nối mạch trực tiếp cho điện trở phá băng mà gián tiếp qua một role bảo vệ là thermostat phá băng. Do có rất nhiều loại đồng hồ phá băng khác nhau, ở đây giới thiệu 3 loại đồng hồ phá băng của PolarRex làm thí dụ.

Hình 2.9 giới thiệu đồng hồ phá băng PolarRex KT. Theo hệ thống ký hiệu bảng 2.2 và ký hiệu các tiếp điểm riêng biệt ta có :

- Tiếp điểm điện trở đốt nóng : K1

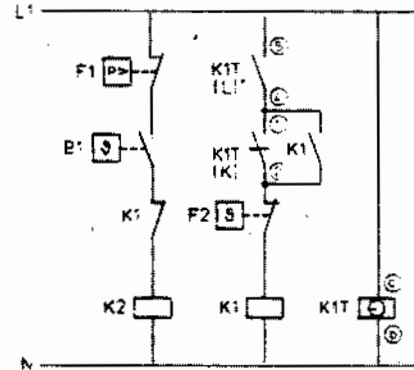
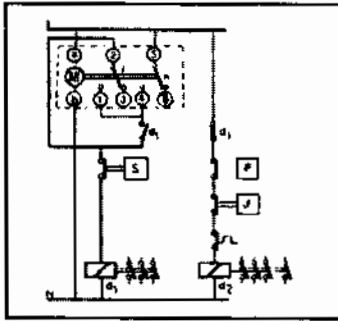


**Hình 2.9.** Sơ đồ mạch đồng hồ phá băng PolarRex KT.

- Tiếp điểm máy nén : K2
- Tiếp điểm quạt : K3
- Thermostat buồng : B1
- Thermostat bảo vệ phá băng : F2
- Role áp suất : F1

Đồng hồ phá băng *PolarRex KT* hoạt động như sau : Khi đồng hồ đạt tới thời gian phá băng đặt trước, tiếp điểm K1T chuyển mạch 2-3 sang 2-1, ngắt mạch động cơ máy nén, nối điện trở phá băng suốt thời gian phá băng dự định (20 hoặc 30 phút). Tuy nhiên trong thời gian phá băng, thermostat F2 có thể ngắt mạch điện trở và tái nối mạch cho điện trở nhưng máy nén vẫn không làm việc vì mạch 2-3 vẫn bị ngắt.

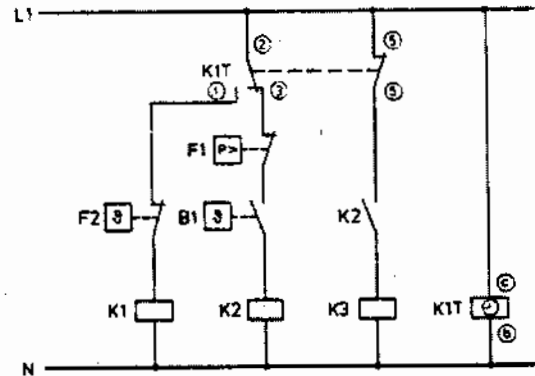
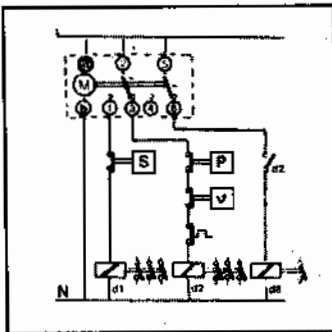
Hình 2.10 giới thiệu sơ đồ mạch đồng hồ phá băng *PolarRex KIT*.



Hình 2.10. Sơ đồ mạch đồng hồ phá băng *KIT*.

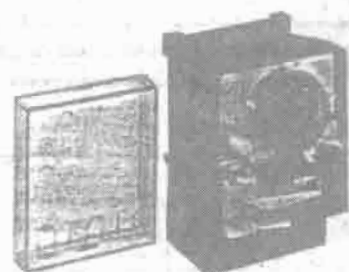
Đồng hồ phá băng *KIT* có hai tiếp điểm, hơn kiểu *KT* một tiếp điểm *K* là tiếp điểm ngắn hạn với thời gian đóng mạch kéo dài chỉ khoảng 7 phút rồi tự ngắt. Tiếp điểm này bố trí song song với tiếp điểm *K1* của điện trở. Tiếp điểm thứ 2 kí hiệu *L* dùng cho thời gian phá băng max từ 10 đến 60 phút. Khi đạt đến thời gian phá băng, hai tiếp điểm *K1T* đồng thời nối mạch cho công tác điện trở phá băng. Một công tác ngắt *K2* lập tức ngắt côngtactơ máy nén. Trong vòng 7 phút (thời gian đóng mạch của tiếp điểm ngắn hạn) quá trình phá băng có thể được kết thúc nhờ thermostat *F2*, nhưng nếu *F2* tái nối mạch thì điện trở vẫn được nối mạch trở lại. Ngay khi tiếp điểm ngắn hạn ngắt và *F2* ngắt mạch điện trở thì mạch điện qua *F2* không còn và quá trình phá băng kết thúc hoàn toàn. Đồng hồ phá băng *KIT* hạn chế được sự tác động nhiều lần của *F2* khi đạt thời gian phá băng quá lâu. Sau 7 phút đầu tiên *F2* không còn cơ hội tái nối mạch điện trở.

Hình 2.11 giới thiệu sơ đồ mạch điện của đồng hồ phá băng *PolarRex KKT*.



Hình 2.11. Sơ đồ mạch điện *PolarRex KKT*.

Đồng hồ này cũng có 2 tiếp điểm, trong đó có tiếp điểm mở 5 - 6 cho mạch trễ của quạt dàn bay hơi. Các mạch khác giống như KT. Điều khác biệt cơ bản là sau khi phá băng, ngắt mạch 2 - 1 của điện trở, nối 2 - 3 cho máy nén làm việc nhưng 5 - 6 còn mở trễ thêm một khoảng thời gian chưa cho quạt dàn bay hơi làm việc ngay để ngăn không cho quạt thổi hơi nóng (khí phá băng dàn bay hơi nóng lên) vào buồng lạnh và không cho quạt thổi các giọt nước do băng tan còn đang đọng trên dàn ống cánh của dàn ngưng vào buồng lạnh. Thời gian trễ có thể đặt tùy theo kiểu dàn và chế độ phá băng.

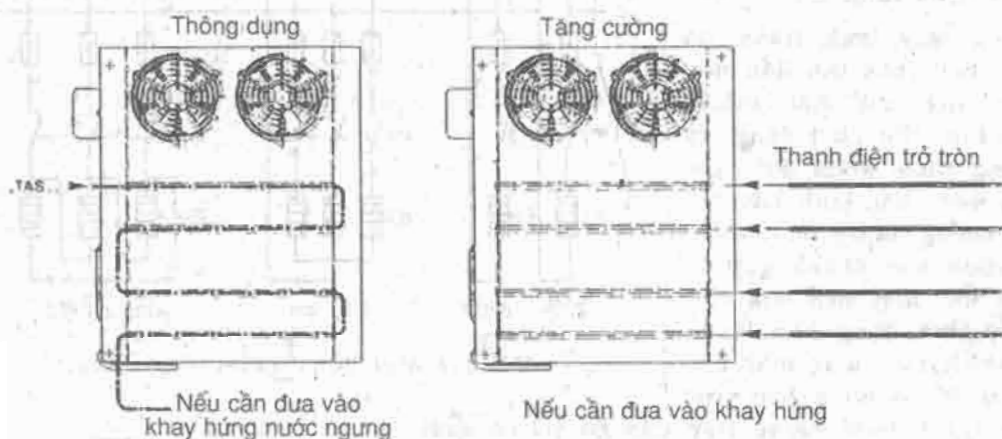


Hình 2.12. Hình đồng hồ phá băng PolarRex.

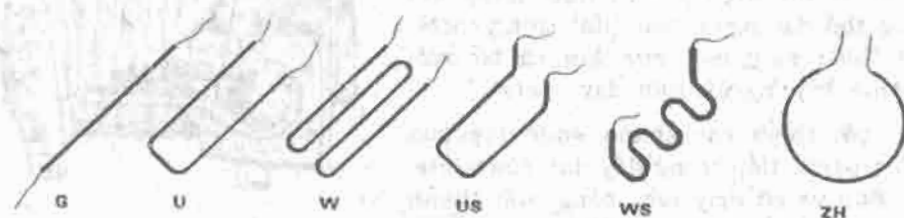
Để giải quyết độ trễ cho quạt dàn bay hơi có thể sử dụng phương pháp khác như dùng thêm thermostat bổ sung. Quạt chỉ làm việc khi nhiệt độ không khí quanh dàn hạ xuống dưới 0°C chẳng hạn. Hình 2.12 giới thiệu hình dáng của đồng hồ phá băng PolarRex của hãng Legrand.

e). Điện trở phá băng và sưởi dầu

Phá băng bằng điện trở là đơn giản và dễ thực hiện. Các điện trở phá băng với nhiều công suất và hình dạng khác nhau được chế tạo để ứng dụng cho nhiều loại dàn bay hơi khác nhau. Cần lưu ý là phải bố trí cả điện trở phá băng cho khay nước ngưng và đoạn ống xả của khay cho các buồng lạnh có nhiệt độ dưới 0°C. Hình 2.13 đến 2.15 giới thiệu thiết bị phá băng điện trở và các điện trở phá băng các loại.



Hình 2.13. Điện trở phá băng bố trí trong dàn lạnh.



Hình 2.14. Các điện trở với các hình dạng khác nhau.



Kiểu	Công suất W	Chiều dài phát nhiệt mm	Kích thước mm			Khối lượng Kg
			D	L	A	
Tak 13	72	1300	8	1300	2000	0,17
Tak 20	110	2000	8	2000	2000	0,21
Tak 30	165	3000	8	3000	2000	0,26
Tak 40	220	4000	8	4000	2000	0,32
Tak 50	275	5000	8	5000	2000	0,37
Tak 130	230	1300	19	1300	2000	0,50

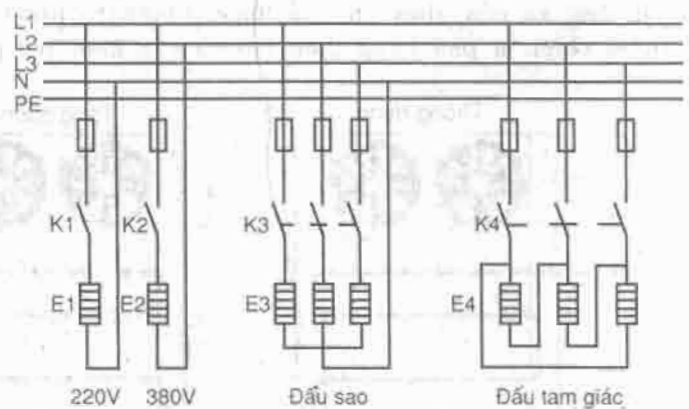
Hình 2.15. Thông số kỹ thuật các điện trở phá băng của Küba.

Ký hiệu và cách đấu 220V, 380V, sao hoặc tam giác vào lưới điện cho các điện trở phá băng giới thiệu trên hình 2.16.

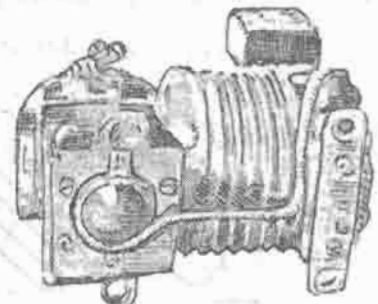
Trong máy lạnh freon, do môi chất lạnh hòa tan dầu nên khi ngừng máy môi chất lạnh bị dầu hấp thụ. Khi khởi động, áp suất trong các tế giảm đột ngột làm cho môi chất lạnh bay hơi gây hiện tượng sủi bọt dầu mạnh, dầu bị cuốn vào xilanh gây va đập thủy lực, máy nén làm việc nặng nề, khởi động khó khăn, dầu bốc khỏi máy nén, máy nén thiếu dầu dễ bị hỏng hóc trực tiếp. Để tránh hiện tượng trên cần bố trí bộ sưởi dầu cho các tế trước khi khởi động máy, đặc biệt trong các trường hợp dừng máy dài ngày.

Bộ sưởi dầu là các điện trở có hình dáng kết cấu thích hợp có thể đặt ngoài hoặc đặt trong các tế. Hình 2.17 giới thiệu máy nén nửa kín có bộ sưởi dầu đặt ngay phía bên ngoài dưới đáy các tế.

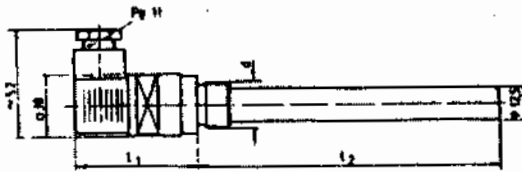
Hình 2.18 giới thiệu các thanh sưởi dầu của hãng BOCK, bố trí trực tiếp trong dây dầu của các tế. Tùy theo lượng dầu và cỡ máy nén, công suất thanh sưởi có thể dao động từ 40 ÷ 220W lắp vào lưới điện 220V.



Hình 2.16. Mạch điện của điện trở phá băng.



Hình 2.17. Bộ sưởi dầu đặt dưới đáy các tế (hãng Copeland).

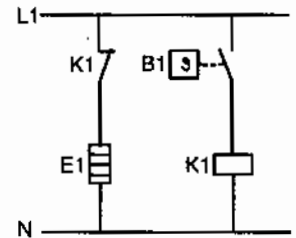


Kiểu máy nén	Công suất nhiệt (W)	Điện áp (V)	Mối nối d	Chiều dài	
				L <sub>1</sub> (mm)	L <sub>2</sub> (mm)
AM 1 - 2 F 1 - 2 FK 1 - 2	40	220 - 240	R 3/8"	60	100
AM 3 F 3 FK 3	60	220 - 240	M 22 × 1,5	65	155
AM 4 - 5 - F 4 - 5 - FK 4 - 5 -	80	220 - 240	M 22 × 1,5	65	155
F 6 - 14 - 16	140	220 - 240	M 22 × 1,5	65	240

Hình 2.18. Thanh sợi dầu nhúng chìm trong dây dầu máy nén (hãng BOCK).

Sơ đồ mạch điện của bộ sưởi dầu biểu diễn trên hình 2.19.

Bộ sưởi dầu chỉ hoạt động khi máy nén lạnh không làm việc nhiều giờ hoặc nhiều ngày. Theo yêu cầu của nhà chế tạo sau khi lắp đặt sửa chữa phải sửa dầu trước khi khởi động lại từ 1 đến 12h đôi khi tới 24h. Bộ sưởi dầu làm việc như sau : Khi thermostat phòng lạnh B1 báo đủ lạnh ngắt máy nén, cuộn dây K1 mất điện, tiếp điểm thường mở K1 đóng cho bộ sưởi dầu làm việc. Khi B1 đóng mạch cho máy nén làm việc trở lại K1 nhả, ngắt bộ sưởi dầu.



Hình 2.19. Sơ đồ mạch điện bộ sưởi dầu.

#### f) Role nhiệt độ và role áp suất

Role nhiệt độ (hay được gọi là thermostat) và role áp suất (hay được gọi là pressostat) là hai thiết bị điều khiển điều chỉnh nhiệt độ và áp suất trong hệ thống lạnh theo kiểu hai vị trí đóng và ngắt và thường được sử dụng với bộ chuyển đổi đóng và ngắt. Có thể định nghĩa như sau :

- Role nhiệt độ (thermostat) là một tiếp điểm đóng ngắt điện của một mạch điều khiển tác động theo nhiệt độ của dầu cảm biến nhiệt độ.

- Role áp suất (pressostat) là một tiếp điểm đóng ngắt điện của một mạch điều khiển tác động theo áp suất của dầu cảm biến áp suất.

Role nhiệt độ và role áp suất là các thiết bị biến đổi các đại lượng phi điện (nhiệt độ và áp suất) ra đại lượng điện (tiếp điểm đóng ngắt điện), theo bảng 2.7 chúng được ký hiệu là B. Nhưng theo chức năng chỉ được coi là các thiết bị an toàn nên theo bảng 2.8 được ký hiệu là F trong các mạch điện điều khiển. Các tiếp điểm của role nhiệt độ và áp suất được biểu diễn trên hình 2.20. Role nhiệt độ và áp suất còn được giới thiệu ở các phần 2.2.7 và 2.2.8.



Hình 2.20. Ký hiệu role nhiệt độ và role áp suất trong sơ đồ điện.



### 2.1.5. Cách lập sơ đồ điện

Một sơ đồ điện là một bản vẽ mô tả những phụ kiện điện và quan hệ của chúng trong mạng với tính mục đích rõ ràng.

Để đạt được sự khái quát cao nhưng đơn giản và dễ hiểu sử dụng trong kỹ thuật lạnh, khi lập sơ đồ điện cần thống nhất một số nguyên tắc sau :

- Mạch điện chính và mạch điều khiển được tách riêng,
- Các ký hiệu của các phụ kiện điện hoặc các chi tiết của chúng được vẽ riêng biệt và được sắp xếp sao cho các đường nối là các đường thẳng để có thể dễ quan sát và theo dõi,
- Không quan tâm tới sơ đồ không gian của phụ kiện điện,
- Cố gắng sắp xếp các đường điện thẳng song song rõ ràng không cắt nhau và được đánh số,
- Tất cả các phụ kiện điện ở trạng thái không có điện áp và dòng điện, mạch điều khiển cũng được biểu diễn ở vị trí 0,
- Những chi tiết của các phụ kiện điện (thí dụ công tắc mở của côngtáctơ) nằm trên các đường điện khác sẽ được ký hiệu bằng các chữ cái giống nhau,
- Để có thể dễ dàng tìm được các tiếp điểm của các cuộn dây, có ghi bảng tiếp điểm dưới các cuộn dây.

*Thí dụ 2.3 :* Hãy thiết kế sơ đồ điện cho một hệ thống lạnh với các yêu cầu sau :

- 1) Động cơ máy nén ba pha,
- 2) Động cơ quạt dàn lạnh ba pha,
- 3) Điện trở phá băng một pha,
- 4) Role nhiệt độ (thermostat) đóng ngắt máy nén,
- 5) Điều khiển phá băng với độ trễ quạt dàn bay hơi PolarRex KKT,
- 6) Có đèn hiệu khi máy nén làm việc, khi phá băng và khi quạt dàn lạnh làm việc.

*Giải :*

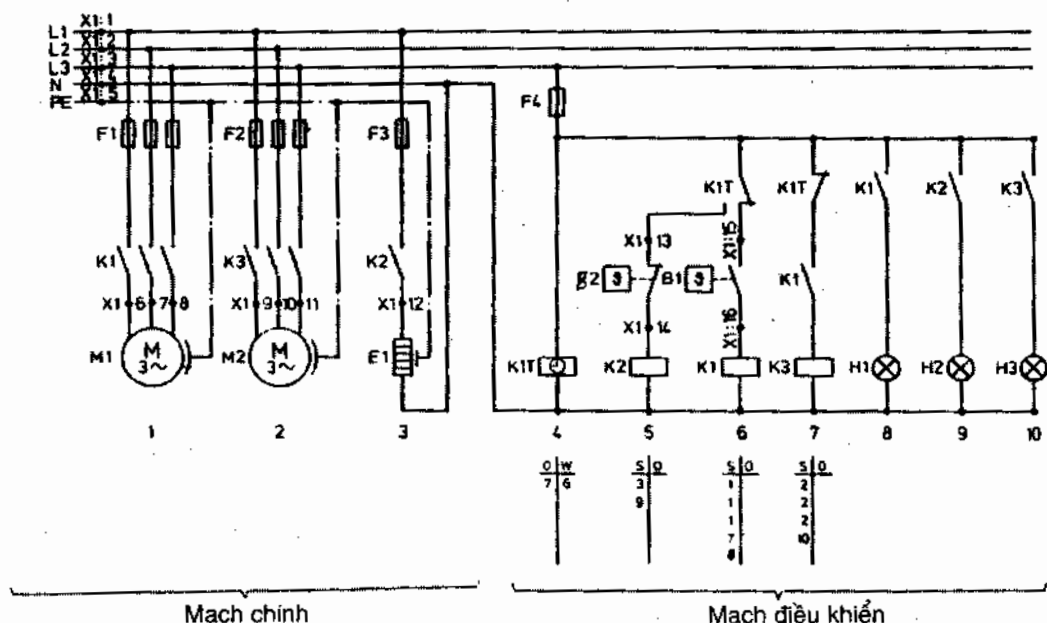
Hình 2.21 mô tả sơ đồ điện điều khiển cho thí dụ 2.3.

Thông thường, ngoài sơ đồ (hình 2.21) còn có thêm sơ đồ đấu dây trên thanh đấu dây.

Bản vẽ này rất quan trọng cho việc lắp đặt bảo dưỡng, sửa chữa phân điều khiển điện của hệ thống lạnh. Hình 2.22 giới thiệu sơ đồ thanh đấu dây của sơ đồ thí dụ hình 2.21.

Các tủ điện sản xuất hàng loạt thường vẽ kết hợp ngay sơ đồ điện với thanh đấu dây. Sơ đồ này chỉ nên sử dụng cho các hệ thống lạnh đơn giản. Ở các hệ thống lạnh phức tạp nó trở nên khó theo dõi và mất đi tính liên kết giữa các mạch điều khiển của hệ thống (hình 2.23).

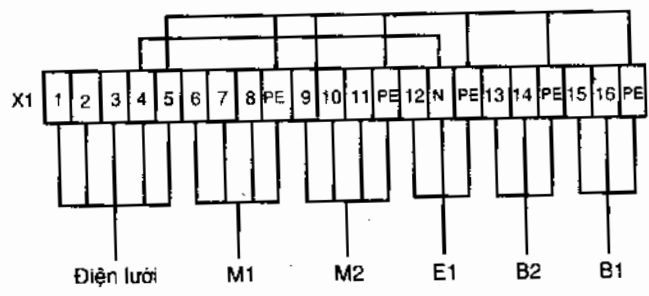
123  
00  
229.021



Hình 2.21. Sơ đồ điện điều khiển cho thí dụ 2.3 :

- |                                      |                                       |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| M1 - Động cơ máy nén.                | K1 - Contactor máy nén.               |
| M2 - Động cơ quạt dàn bay hơi.       | K2 - Contactor điện trở.              |
| E1 - Điện trở phá băng.              | K3 - Contactor quạt dàn bay hơi.      |
| F1 - Cầu chì máy nén.                | B1 - Role nhiệt độ phòng.             |
| F2 - Cầu chì quạt dàn bay hơi.       | B2 - Role nhiệt độ phá băng.          |
| F3 - Cầu chì điện trở phá băng.      | H1 - Đèn hiệu máy nén làm việc.       |
| F4 - Cầu chì mạch điều khiển.        | H2 - Đèn hiệu phá băng làm việc.      |
| K1T - Đồng hồ phá băng PolarRex KKT. | H3 - Đèn hiệu quạt dàn lạnh làm việc. |

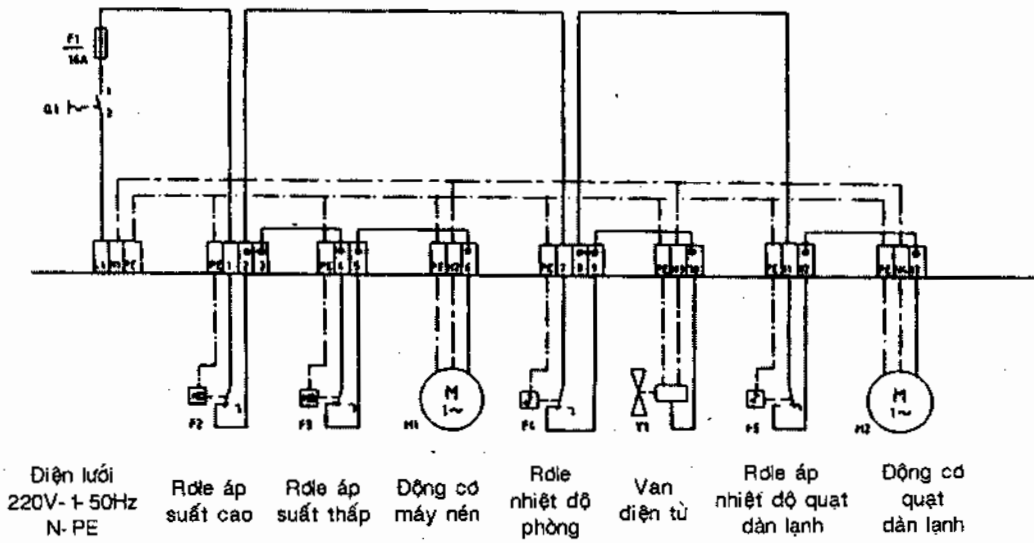
Ghi chú : 1 - Bảng kê tiếp điểm dưới các cuộn dây. D - đóng. M - mở. C - chuyển đổi  
2 - Ở mạch điều khiển, vẽ N xuống dưới để dễ theo dõi.



Hình 2.22. Sơ đồ đấu dây :

- Điện vào : X1 : 1 đến X1 : 3
- X1 : N, X1 : PE nối đất
- M1 : X1 : 6 đến X1 : 8
- M2 : X1 : 9 đến X1 : 11
- E1 : X1 : 12
- B2 : X1 : 13 và X1 : 14
- B1 : X1 : 15 và X1 : 16

Ghi chú : - Trên sơ đồ điện không có PE cho các role nhiệt độ tuy nhiên vẫn bố trí PE nên không có kẹp cho nó mà phải dùng mối nối trong.  
Đối với N cũng vậy.  
- Ở đây không cho loại và tiết diện dây.



Hình 2.23. Một sơ đồ điện điều khiển cho máy lạnh dùng điện một pha (hãng Fischer).

### 2.1.6. Một số công tắc điều khiển đơn giản

Muốn thiết kế được một sơ đồ điều khiển, cần phải nắm vững nguyên lý hoạt động của các phụ kiện điện khác nhau. Để nắm vững nguyên lý hoạt động của một số phụ kiện có thể khảo sát một số thí dụ sau:

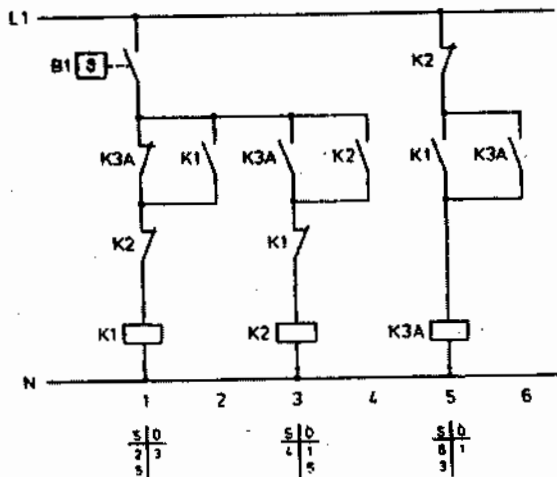
*Thí dụ 2.4 :*

Một buồng lạnh có hai máy nén lạnh. Ở điều kiện bình thường chỉ cần một máy làm việc với yêu cầu là hai máy nén phải làm việc thay đổi. Mỗi máy nén có contactor riêng biệt.

- Hãy thiết kế mạch điều khiển theo yêu cầu,
- Mô tả sự hoạt động của mạch điều khiển.

*Giải :*

- Mạch điều khiển thiết kế giới thiệu trên hình 2.24.



Hình 2.24. Mạch điều khiển cho 2 máy nén thay nhau làm việc (thí dụ 2.4) :

- B1 - Rơle nhiệt độ phòng
  - K1 - Contactor máy nén 1
  - K2 - Contactor máy nén 2
  - K3A - Công tắc cho 2 máy nén thay nhau làm việc.
- Ở vị trí ban đầu tất cả các công tắc mở.

b) Hoạt động :

1 - Role nhiệt độ phòng B1 đóng mạch,

- Cuộn dây K1 hút,
- Tiếp điểm K1 ở đường điện 2 và 5 đóng.
- Cuộn dây K3A hút,
- Tiếp điểm K3A ở đường điện 1 mở, nhưng K1 vẫn đóng vì K1 ở đường 2 vẫn đóng,
- Tiếp điểm K3A ở đường 3 và 6 cũng đóng,
- Cuộn dây K2 ở đường 3 không hút vì công tắc mở K1 đã tác động mở,
- K1 và K3A được hút,
- Máy nén 1 làm việc.

2 - Role nhiệt độ phòng B1 ngắt mạch,

- Cuộn dây K1 ngắt điện,
- Các tiếp điểm K1 trở lại vị trí ban đầu,
- Cuộn dây K3A còn điện vì tiếp điểm K3A ở đường 6 vẫn đóng,
- Máy nén 1 ngừng làm việc.

3 - Role nhiệt độ phòng B1 đóng mạch trở lại,

- Vì K3A vẫn hút, nên mạch điện 1 mở và mạch điện 3 đóng,
- Cuộn dây K2 hút,
- Tiếp điểm K2 ở đường 4 đóng,
- Tiếp điểm K2 ở đường 5 mở ngắt nguồn điện của K3A và các tiếp điểm của K3A trở lại vị trí ban đầu,
- K3A mở ở đường 3,
- K2 vẫn đóng vì tiếp điểm K2 ở đường 4 đóng,
- K1 ở đường 1 không hút vì K2 mở,
- Máy nén 2 làm việc.

4 - Role nhiệt độ phòng B1 ngắt mạch,

- Cuộn dây K2 mất điện, các tiếp điểm của K2 trở về vị trí ban đầu,
- Máy nén 2 ngừng làm việc.

Khi role nhiệt độ phòng đóng mạch trở lại, máy nén 1 lại làm việc như đã giới thiệu từ 1 đến 4.

**Thí dụ 2.5 :**

Bài toán đặt ra giống như thí dụ 2.4 nhưng yêu cầu phải lắp đặt thêm role nhiệt độ thứ 2 để đề phòng trường hợp nhiệt độ buồng lạnh vượt quá cho phép do chất quá nhiều tải thì cả hai máy nén phải hoạt động đồng thời.

**Giải :**

Các đường điện từ 4 đến 8 hoàn toàn giống thí dụ 2.4. Hai máy nén thay nhau làm việc. Khi nhiệt độ phòng tăng quá cao, role nhiệt độ B2 đóng thêm điện cho cuộn dây K4A, các tiếp điểm K4A trên đường 2 và 3 đóng cho hai máy nén làm việc không phụ thuộc vào việc máy nén nào đang nghỉ và máy nén nào đang làm việc.

Cũng có thể không dùng K4A nhưng B2 phải có 2 tiếp điểm riêng biệt cho hai máy nén. Hai tiếp điểm này thay cho 2 tiếp điểm K4A.

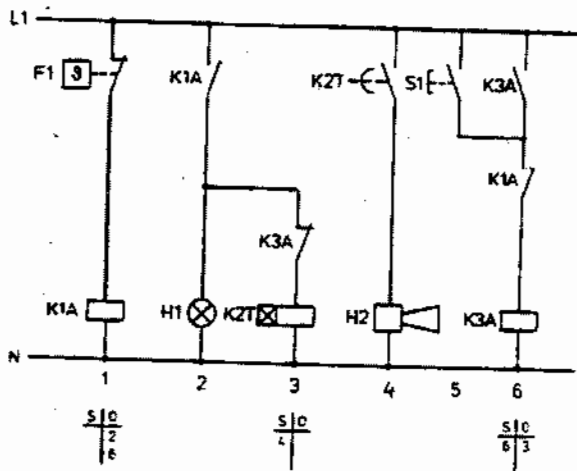
**Thí dụ 2.6 :**

Để bảo vệ nhiệt độ của một hệ thống lạnh người ta sử dụng một role nhiệt độ. Khi nhiệt độ vượt mức cho phép role ngắt mạch. Độ tăng nhiệt độ được chỉ thị bằng đèn hiệu. Sau khi role ngắt mạch 10 phút sẽ có báo động âm thanh (còi) bằng nút ngắt, ngay cả khi sự tăng nhiệt độ vẫn còn. Cũng có thể ngắt báo động âm thanh (còi) bằng nút ngắt, ngay cả khi sự tăng nhiệt độ vẫn còn. Cũng có thể ngắt báo động âm thanh sau 10 phút khi xảy ra sự tăng nhiệt độ.

Hãy thiết kế mạch điện theo yêu cầu.

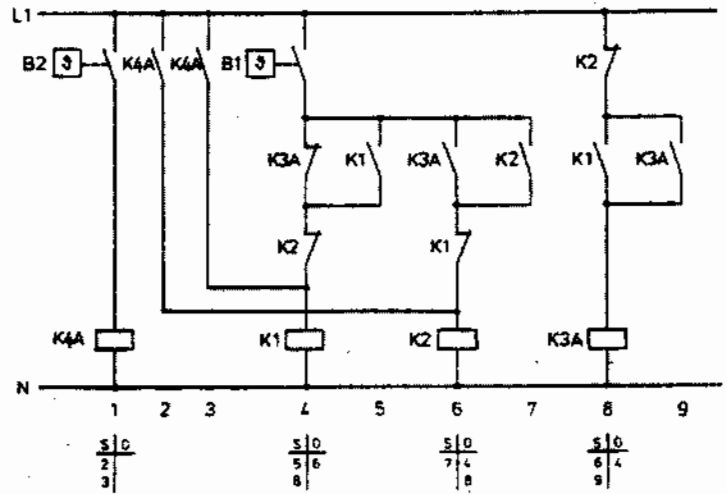
**Giải :**

Hình 2.26 giới thiệu mạch điện thiết kế cho thí dụ 2.6.



Hình 2.26. Mạch điện cho thí dụ 2.6 :

- F1 - Role nhiệt độ bảo động
- S1 - Nút ấn "Tắt còi"
- H1 - Đèn hiệu "Nhiệt độ tăng cao"
- H2 - Còi hiệu "Nhiệt độ tăng cao"
- K1A - Contactor (chỉ có tiếp điểm mở)
- K2T - Role thời gian (trễ còi)
- K3A - Tắt còi.



Hình 2.25. Mạch điều khiển cho hai máy nén thay nhau làm việc và khi cần cả hai máy làm việc đồng thời :

- B1 - Role nhiệt độ cho hai máy nén thay nhau làm việc
- B2 - Role nhiệt độ phòng cho hai máy nén cùng làm việc
- K1 - Contactor máy nén 1
- K2 - Contactor máy nén 2
- K3A - Công tắc cho hai máy nén thay nhau làm việc
- K4A - Công tắc cho hai máy nén làm việc đồng thời.

Vì role nhiệt độ bảo động F1 chỉ có công tác mở (tiếp điểm thường đóng) nên K1A phải bảo đảm chức năng ngắt khi nhiệt độ tăng cao.

Ở chế độ làm việc bình thường F1 đóng mạch, cuộn dây K1A hút, tiếp điểm K1A ở đường 2 mở, đèn H1 tắt, K2T không có điện, còi H2 không kêu.

Ở chế độ bất thường, nhiệt độ tăng cao, F1 ngắt mạch, K1A mất điện tiếp điểm ở đường điện 2 đóng, đèn hiệu H1 sáng, role K2T có điện. Role thời gian K2T trễ 10 phút nên 10 phút sau tiếp điểm K2T đường 4 đóng, còi hiệu H2 làm việc. Khi tác động nút bấm S1, cuộn dây K3A có điện, tiếp điểm K3A (đường 6) đóng (ngay cả khi S1 không còn tác động nữa thì K3A vẫn còn điện, tiếp điểm K3A vẫn đóng). Ngược lại tiếp điểm K3A ở đường 3 mở, role thời gian K2T bị ngắt, còi hiệu H2 tắt, tái lập trạng thái ban đầu.

B22-022  
 1/80  
 220

**Thí dụ 2.7 :**

Với một công tắc xoay 3 nấc

- "O" = OFF (ngắt)
- "H" = Hand (bằng tay)
- "A" = Auto (tự động)

hãy thiết kế mạch điều khiển cho máy nén lạnh.  
 Ở vị trí OFF cần bố trí đèn báo H1.

**Giải :**

Hình 2.27 mô tả mạch điều khiển thiết kế cho thí dụ 2.7.

Ở vị trí O đèn H sáng báo máy lạnh không làm việc. Ở vị trí H, K1 có điện, máy nén làm việc trực tiếp không qua B1. Ở vị trí tự động A máy lạnh làm việc qua tác động đóng ngắt của B1.

**2.2. CÁC THIẾT BỊ BẢO VỆ TRONG HỆ THỐNG LẠNH**

Trong hệ thống lạnh có thể phân biệt hai loại thiết bị bảo vệ là các thiết bị bảo vệ động cơ và các thiết bị bảo vệ máy nén. Các thiết bị bảo vệ động cơ gồm : bộ bảo vệ ngắn mạch, role nhiệt để bảo vệ quá tải, aptômat, mạch bảo vệ động cơ thermistor, role nhiệt độ bảo vệ các chi tiết động cơ và máy không vượt quá nhiệt độ cho phép. Các thiết bị bảo vệ máy nén gồm role áp suất cao, role áp suất thấp, role hiệu áp suất dầu, role nhiệt bảo vệ các chi tiết không vượt nhiệt độ cho phép như role bảo vệ nhiệt độ dầu (thường không vượt quá 60°C), bảo vệ nhiệt độ dầu dầy, bảo vệ nhiệt độ dầu hồi...

Trong phần này, chúng tôi cố gắng giới thiệu cấu tạo, hoạt động và ký hiệu trong mạch điều khiển của các thiết bị điện thuần túy. Các thiết bị khác chỉ giới thiệu về nguyên lý và ký hiệu. Cấu tạo và nguyên tác hoạt động sẽ được giới thiệu ở chương sau.

**2.2.1. Cầu chì**

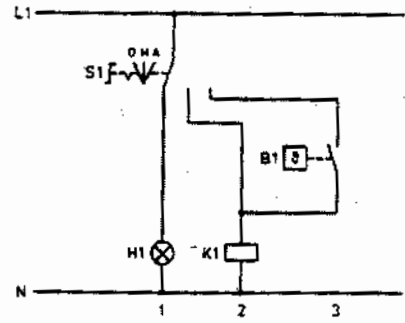
Ngắn mạch (còn gọi là đoản mạch, chập mạch) là hiện tượng chập mạch trong động cơ, dòng điện tăng vọt làm cháy cuộn dây, cháy các thiết bị đóng ngắt và cháy cả dây dẫn điện.

Để chống ngắn mạch thông thường người ta sử dụng cầu chì (hoặc cầu chầy). Khi dòng ngắn mạch, đoạn dây dẫn nóng chảy, ngắt mạch để bảo vệ động cơ và các phụ kiện. Cầu chì được phân làm 2 loại trong đó quy định phạm vi dòng điện và ứng dụng của từng loại.

- Loại g : cầu chì vạn năng (general purpos fuses) thường sử dụng để chống đoản mạch và chống quá tải. Cầu chì loại g có thể duy trì dòng điện tối thiểu là dòng danh định và ngắt dòng từ dòng danh định trở lên.

- Loại a : cầu chì thường (accompanied fuses) chỉ dùng chống đoản mạch. Cầu chì loại a có thể duy trì dòng danh định và ngắt dòng có trị số lớn gấp nhiều lần dòng danh định.

Các đối tượng bảo vệ còn được ký hiệu bằng hai chữ cái L cho đường dây (line) và M cho các khí cụ. Để bảo vệ máy nén nên sử dụng loại cầu chì ký hiệu gL chống cả ngắn mạch và quá tải. Một cầu chì dùng cho máy lạnh cần đạt được các yêu cầu :



**Hình 2.27.** Mạch thiết kế cho thí dụ 2.7 với núm vặn 3 nấc :  
 O = OFF  
 H = Hand  
 A = Auto  
 S1 - Núm vặn 3 nấc  
 H1 - Đèn hiệu "ngắt - OFF"  
 B1 - Role nhiệt độ phòng  
 K1 - Contactor máy nén.

- Cần ứng đáp sự dốt nóng dây dẫn trong một thời gian nhất định.
- Cần ngắt thật nhanh trường hợp ngắn mạch.
- Không cản trở động cơ khởi động nhiều lần với dòng khởi động cao.

Trong kỹ thuật lạnh, không nên thiết kế một cầu chì chung cho nhiều máy nén. Nên mỗi máy nén một cầu chì riêng và nên thường xuyên kiểm tra tránh dính tiếp điểm của cầu chì.

Trong mạch điều khiển cầu chì được ký hiệu như giới thiệu ở bảng 2.3.

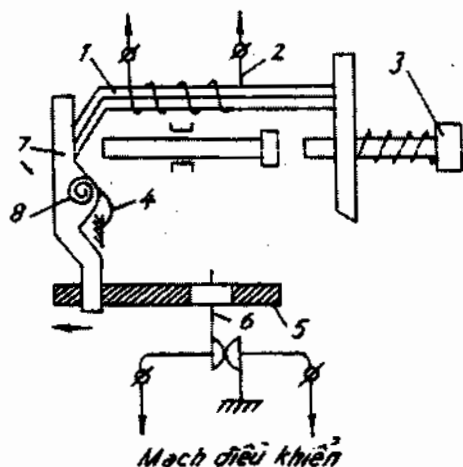
### 2.2.2. Role nhiệt

Role nhiệt (hay role nhiệt bảo vệ quá tải) là khi cụ điều tác động ngắt mạch để bảo vệ động cơ khi động cơ bị quá tải do dòng tăng quá định mức hoặc do dòng ngắn mạch trong trường hợp rotor bị kẹt động cơ không khởi động được.

Nguyên tắc làm việc của role nhiệt là ngắt tự động các tiếp điểm điện bảo vệ động cơ nhờ sự dãn nở không đồng đều của các thanh lưỡng kim khi bị quá nhiệt do dòng quá tải hoặc dòng ngắn mạch gây ra. Trường hợp điện ba pha bị mất một pha, động cơ làm việc với hai pha còn lại trong trường hợp quá tải, role nhiệt cũng bảo vệ tác động ngắt cả ba pha.

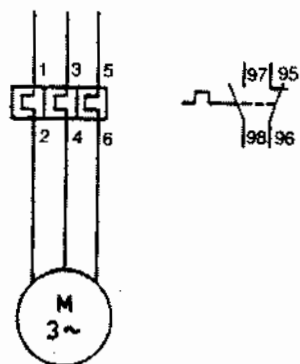
Hình 1.58 đã giới thiệu role bảo vệ cho động cơ một pha. Role gồm 1 thanh lưỡng kim mang tiếp điểm, 1 điện trở dốt nóng. Khi máy nén làm việc bình thường nhiệt sinh ra không đủ uốn cong thanh lưỡng kim để ngắt tiếp điểm. Khi quá tải hoặc khi ngắn mạch, nhiệt sinh ra nhiều hơn đủ để uốn cong thanh lưỡng kim ngắt tiếp điểm bảo vệ động cơ máy nén (xem thêm hình 1.16 và 1.56).

Hình 2.28 giới thiệu cấu tạo của role nhiệt có nút ấn reset (trả lại vị trí ban đầu) cho điện ba pha. Hình 2.29 giới thiệu ký hiệu mạch điện và hình 2.30 giới thiệu đặc tính làm việc của role nhiệt, thời gian ngắt mạch phụ thuộc vào cường độ dòng điện so với dòng định mức.



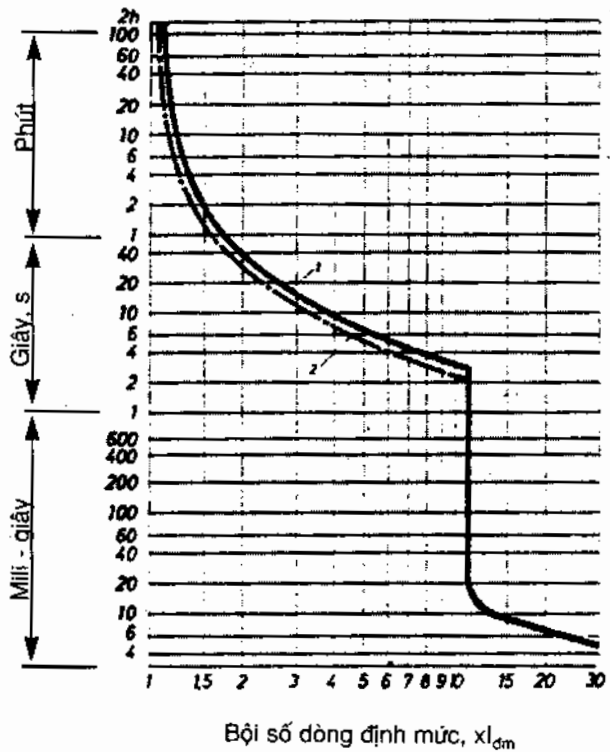
Hình 2.28. Cấu tạo của role nhiệt :

- 1 - thanh lưỡng kim ; 2 - điện trở ;
- 3 - nút ấn reset (trả lại vị trí ban đầu) ;
- 4 - lò xo ; 5 - thanh trượt ; 6 - tiếp điểm ;
- 7 - đòn bẩy ; 8 - trục .



Hình 2.29. Ký hiệu role nhiệt trong mạch điện.

Phần tử cơ bản của role nhiệt là thanh lưỡng kim 1 gồm hai mảnh kim loại có độ giãn nở khác nhau (hình 2.28). Thanh lưỡng kim được đốt nóng bằng điện trở 2 có dòng điện của mạch cần bảo vệ chạy qua. Khi dòng cơ làm việc bình thường, dòng đi qua bằng dòng định mức, sự phát nóng không đủ làm thanh lưỡng kim biến dạng. Khi quá tải, dòng vượt dòng định mức, sự phát nóng được tăng cường và đủ làm thanh lưỡng kim biến dạng, giải phóng tay đòn 7. Dưới tác động của lò xo 4, tay đòn 7 quay quanh trục 8, kéo thanh trượt 5 về phía trái, ngắt tiếp điểm 6 của mạch điều khiển. Nút ấn 3 để đưa role nhiệt về vị trí ban đầu khi đã nguội. Thí dụ khi  $I = 1,5 I_{dm}$  role sẽ ngắt dòng sau 2 phút, khi kết rotor với  $I = 8 I_{dm}$  role ngắt sau 2 giây.



Hình 2.30. Đường cong đặc tính ngắt của role nhiệt bảo vệ quá tải.

### 2.2.3. Aptômat

Aptômat là khí cụ điện dùng để cắt mạch điện, bảo vệ quá tải, ngắn mạch, sụt áp... Aptômat còn được gọi là cầu dao tự động.

Aptômat có 3 yêu cầu :

- Chế độ làm việc định mức của aptômat phải là chế độ làm việc dài hạn nghĩa là dòng điện có trị số định mức chạy qua aptômat lâu bao nhiêu cũng được. Mặt khác, mạch dòng điện của aptômat phải chịu được dòng điện lớn (khi có ngắn mạch) lúc các tiếp điểm của nó đã đóng hay đang đóng.

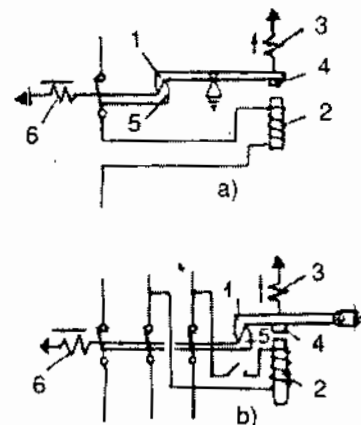
- Aptômat phải ngắt mạch được dòng ngắn mạch lớn. Sau khi ngắt dòng ngắn mạch, aptômat phải đảm bảo vẫn làm việc tốt ở trị số dòng điện định mức.

- Để nâng cao tính ổn định nhiệt và điện động của các thiết bị điện, hạn chế sự phá hoại của dòng điện ngắn mạch gây ra, aptômat phải có thời gian cắt nhanh. Muốn vậy thường phải kết hợp lực thao tác cơ học với thiết bị dập hồ quang bên trong aptômat.

Để thực hiện yêu cầu thao tác bảo vệ có chọn lọc, aptômat cần phải có khả năng điều chỉnh trị số dòng điện tác động và thời gian tác động.

Nguyên lý làm việc của aptômat được trình bày trên hình 2.31.

Aptômat bảo vệ quá tải và ngắn mạch (hình 2.31a) ở trạng thái bình thường, sau khi đóng



Hình 2.31. Nguyên lý làm việc của aptômat :

- a) Aptômat dòng điện cực đại bảo vệ quá tải và ngắn mạch; b) Aptômat điện áp thấp bảo vệ sụt áp hoặc mất điện  
 1 - móc giữ; 2 - nam châm điện; 3 - lò xo;  
 4 - phần ứng của nam châm điện;  
 5 - cần răng; 6 - lò xo.



điện, aptomat được giữ ở trạng thái đóng tiếp điểm nhờ móc giữ 1 khớp với cần răng 5 cùng 1 cụm với tiếp điểm động. Khi mạch điện quá tải hay ngắn mạch, nam châm điện 2 sẽ hút phần ứng 4 xuống làm nhà móc 1, cần 5 được tự do, tiếp điểm nhà do lực của lò xo 6. Cụm nam châm 2 ở đây được gọi là móc bảo vệ quá tải hay ngắn mạch.

Aptomat bảo vệ sụt áp hay mất điện (hình 2.31b) khi bị sụt áp quá mức, nam châm điện 2 sẽ nhả phần ứng 4, móc giữ 1 bị lò xo 3 kéo lên, cần 5 được tự do và nhờ lò xo 6, các tiếp điểm được ngắt ra. Cụm nam châm 2 ở đây được gọi là móc bảo vệ sụt áp hay mất điện áp.

Aptomat có nhiều kiểu loại khác nhau :

- Theo kết cấu có thể phân ra loại một cực, hai cực, ba cực,
- Theo thời gian thao tác có loại tác động tức thời (nhau) và loại tác động không tức thời,
- Theo công dụng bảo vệ có loại aptomat cực đại theo dòng điện, cực tiểu theo dòng điện, cực tiểu theo điện áp, aptomat dòng điện ngược...

Trong một vài trường hợp bảo vệ tổng hợp (thí dụ cực đại theo dòng điện và cực tiểu theo điện áp) có loại aptomat vạn năng. Có loại aptomat kết hợp với role nhiệt và contactor có đặc tính làm việc giống như hình 2.30.

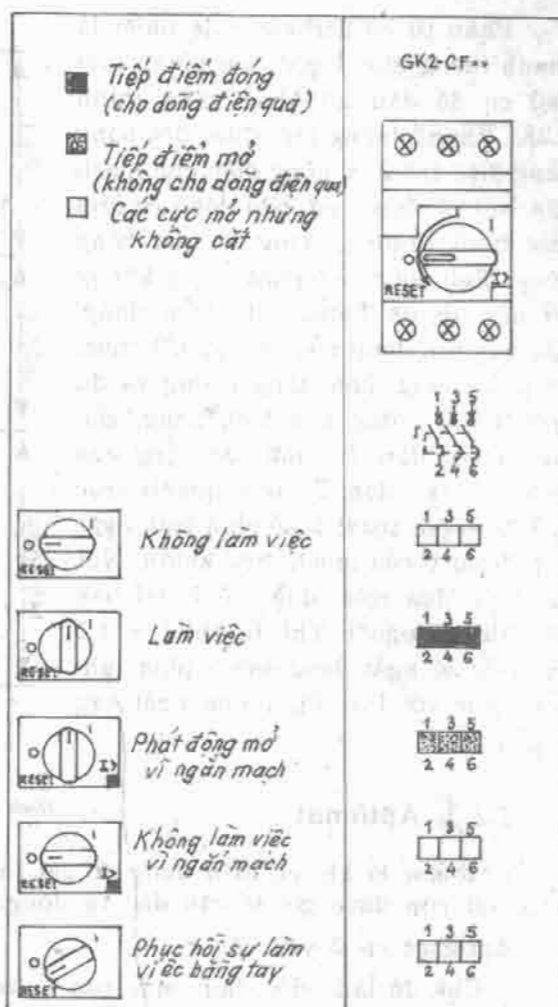
Hình 2.32. giới thiệu hình dáng bề mặt một aptomat OPTIMAL có nút vân của Pháp.

#### 2.2.4. Contactor

Contactơ hay côngtactơ là một loại khí cụ điện dùng để đóng, ngắt từ xa tự động hoặc bằng nút ấn các mạch điện có phụ tải, điện áp đến 500V, dòng điện đến 600A

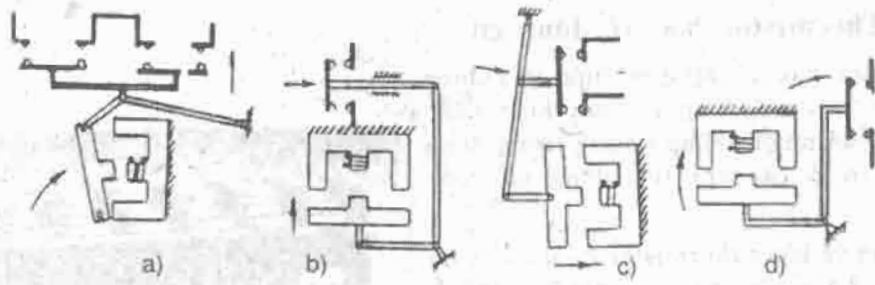
Contactơ có thể chia làm nhiều loại khác nhau :

- Theo nguyên lý truyền động có contactơ kiểu điện từ (cuộn dây điện từ), kiểu khí nén hoặc thủy lực. Thông thường nhất là kiểu điện từ.
- Theo dạng dòng điện có contactơ điện 1 chiều và xoay chiều,
- Theo kết cấu có dạng contactơ hạn chế chiều cao hoặc hạn chế chiều rộng. Về cấu tạo, contactơ có các bộ phận chính là hệ thống tiếp điểm chính hệ thống dập hồ quang, cơ cấu điện từ, hệ thống tiếp điểm phụ. Hình 2.33 giới thiệu nguyên tắc cấu tạo contactơ kiểu điện từ dòng điện xoay chiều.



Hình 2.32. Hình dáng bề mặt và ký hiệu mạch điện của aptomat.

114  
008  
278.222



Hình 2.33. Nguyên tắc cấu tạo Contactor điện từ điện xoay chiều :

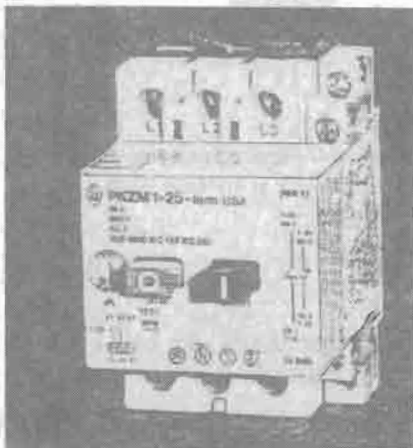
- a) Nắp chuyển động quanh bản lề, tiếp điểm chuyển động thẳng với tay đòn truyền chuyển động ;
- b) Nắp và tiếp điểm chuyển động thẳng theo 2 phương vuông góc với nhau ;
- c) Nắp chuyển động thẳng, tiếp điểm chuyển động xoay quanh bản lề ;
- d) Nắp và tiếp điểm đều chuyển động xoay quanh 1 bản lề có hệ thống tay đòn chung.

Cơ cấu điện từ của contactor điện xoay chiều bao gồm :

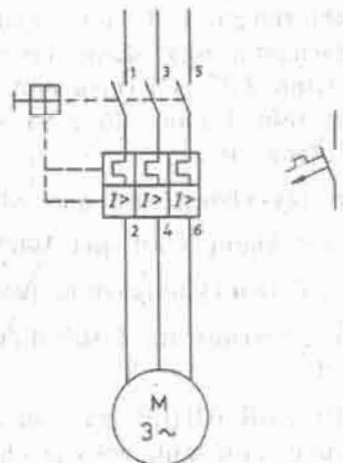
- Mạch từ : là các lõi sắt có hình dạng chữ III hoặc II gồm nhiều tấm tôn Silic ghép lại tránh tổn hao dòng điện xoáy. Mạch từ được chia làm hai phần, phần cố định (phần tĩnh) và phần động (phần ứng). Phần động gọi là nắp và được nối với hệ thống tiếp điểm qua hệ thống tay đòn.

- Cuộn dây hút là cuộn dây có điện trở rất bé so với điện kháng. Dòng điện trong cuộn dây phụ thuộc vào khe hở không khí giữa nắp và lõi sắt cố định. Vì vậy, không được phép cho điện áp vào cuộn dây khi nắp mở. Cuộn dây làm việc khi điện áp bằng  $(85 + 110\%)I_{dm}$ . Khi điện áp giảm còn  $(60\% - 70\%)I_{dm}$  thì cuộn dây nhả nắp và các tiếp điểm bị ngắt.

Hình 2.34 giới thiệu hình dáng bên ngoài một contactor và hình 2.35 giới thiệu ký hiệu mạch điện của một contactor. Contactor thường đi cùng một role nhiệt bảo vệ quá tải. Thông số kỹ thuật của contactor là số tiếp điểm chính, số tiếp điểm phụ, điện áp trên cuộn dây, công suất tiêu thụ của cuộn dây, dòng điện định mức, dòng ngắt cực đại của tiếp điểm chính, số lượng tiếp điểm thường đóng và thường mở của tiếp điểm chính và phụ...



Hình 2.34. Hình dáng bên ngoài của một contactor.



Hình 2.35. Ký hiệu mạch điện của một contactor.

### 2.2.5. Thermistor bảo vệ động cơ

Thermistor bảo vệ động cơ hiện nay được coi là khí cụ bảo vệ động cơ hữu hiệu nhất chống lại sự quá nhiệt không những trong động cơ mà còn cả ở các chi tiết động cơ hoặc máy nén.

Mạch bảo vệ bằng thermistor đã được trình bày ở mục 1.2.4.2. Khí cụ này gồm hai thành phần : phần điều khiển và phần thermistor hay các phần tử cảm biến nhiệt độ. Các cảm biến nhiệt độ này đã được các nhà sản xuất bố trí vào trong các cuộn dây quấn động cơ điện. Các thermistor được mắc nối tiếp với nhau, mỗi cuộn dây có một đầu cảm, hai đầu dây sẽ được bố trí trong hộp đấu điện để nối mạch ra phần điều khiển. Hình 2.36 giới thiệu hình dáng phần điều khiển của một khí cụ bảo vệ thermistor (mạch điều khiển xem hình 1.11).



Hình 2.36. Hình dáng 1 khí cụ bảo vệ thermistor.

Khi nhiệt độ cuộn dây tăng quá mức cho phép (quá tải do dòng điện tăng quá dòng định mức cho phép, thermistor ngắt mạch động cơ để bảo vệ giống như trường hợp thanh lưỡng kim. Tuy nhiên ở đây cần lưu ý tới tốc độ tăng nhiệt độ của cuộn dây đặc biệt khi động cơ bị kẹt, dòng điện đạt dòng ngắn mạch. Tuy đầu cảm thermistor đã được gài vào cuộn dây và có chất dẫn nhiệt tốt bao quanh để có thể phản ánh tốt nhất nhiệt độ cuộn dây với dòng ngắn mạch, tốc độ tăng nhiệt độ cuộn dây rất nhanh và nhiệt độ đầu cảm tăng theo không đủ nhanh để đảm bảo ngắt dòng điện bảo vệ động cơ do đó khi sử dụng bộ bảo vệ thermistor cần bố trí rơle nhiệt độ đi kèm để bảo vệ ngắn mạch.

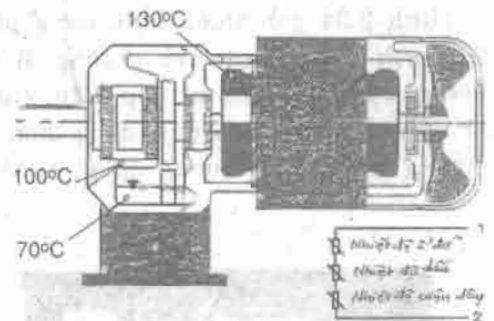
Ngoài việc bảo vệ cuộn dây, thermistor còn có thể sử dụng để bảo vệ các chi tiết máy ở các độ vận hành nguy hiểm, nghĩa là khi nhiệt độ ở các chi tiết máy đó tăng quá mức cho phép thì thermistor ngắt dòng cho máy ngừng hoạt động. Hình 2.37 giới thiệu một thermistor bảo vệ đồng thời 3 nhiệt độ ở ba vị trí khác nhau trong động cơ :

- Cuộn dây không vượt quá 130°C
- Ổ trượt không vượt quá 100°C
- Dầu bôi trơn không vượt quá 70°C.

Hiện nay thermistor có thể điều chỉnh sử dụng cho các nhiệt độ bảo vệ từ khoảng 60 đến 260°C.

Hãng BITZER (CHLB Đức) sử dụng bộ bảo vệ thermistor INT389 của KRIVAN để bảo vệ các máy nén lạnh với các chức năng sau :

- Bảo vệ quá tải cuộn dây, đôi khi cả nhiệt độ dầu đẩy máy nén, nhiệt độ dầu bôi trơn có bộ phận reset (trả lại vị trí ban đầu).



Hình 2.37. Bảo vệ nhiệt độ đồng thời ở 3 vị trí khác nhau.

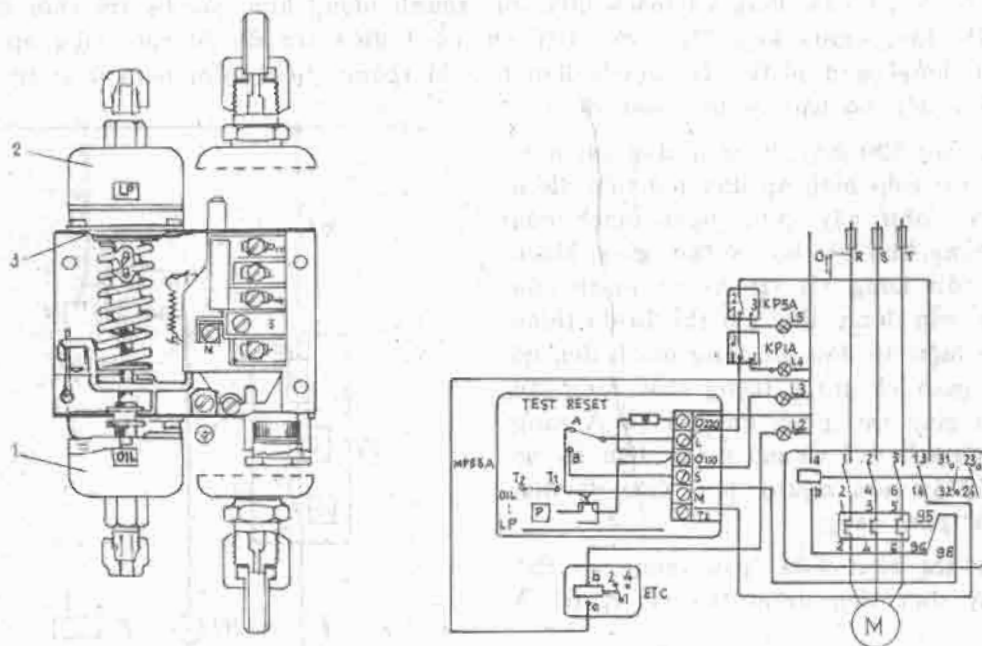
- Bảo vệ trực tiếp mất pha và lệch pha với reset tự động,
- Reset trễ 5 phút sau bất kỳ lần dừng máy nào để tránh tác động đóng ngắt quá nhiều lần.

Bitzer cũng mở ra khả năng kết hợp của thermistor với việc bảo vệ hiệu áp dầu với một đầu cảm áp suất.

### 2.2.6. Rơle hiệu áp dầu

Máy nén gồm nhiều chi tiết cơ khí truyền động với các bề mặt ma sát nên phải bôi trơn bằng dầu. Dầu được bơm dầu hút từ đáy dầu ở cacte đưa qua các rãnh dầu bố trí trên trục khuỷu và các chi tiết đến các bề mặt ma sát. Do đối áp trong khoang cacte là áp suất cacte hay áp suất hút nên áp suất tuyệt đối của dầu không có ý nghĩa mà hiệu áp dầu  $p_{oil} - p_h$  mới có ý nghĩa đối với quá trình bôi máy nén.

Hình 2.38 giới thiệu về cấu tạo và nguyên lý hoạt động cũng như ký hiệu mạch điện của rơle hiệu áp dầu. Rơle hiệu áp dầu có các bộ phận chính như sau :



Hình 2.38. Rơle hiệu áp dầu và sơ đồ nguyên lý mạch điện (Danfoss).

#### 1. Tiếp điểm hiệu áp dầu

Tín hiệu áp suất dầu nối vào hộp xếp OIL, tín hiệu áp suất hút hoặc áp suất cacte nối vào hộp xếp LP (Low pressure) (hình 2.38). LP đồng thời là phía hút và OIL là phía đẩy của bơm dầu. Hiệu áp suất đặt trên rơle là tín hiệu để đóng hoặc ngắt mạch điện động cơ máy nén.

#### 2. Thiết bị trễ thời gian (T1 - T2)

Khi dừng máy  $\Delta p_{oil} = 0$ , khi khởi động, bơm dầu làm việc, hiệu áp dầu mới xuất hiện, bởi vậy rơle hiệu áp dầu không được tác động trong vòng 120 giây từ lúc bắt đầu khởi động đến lúc hiệu áp dầu đạt được giá trị định mức. Để thực hiện việc trễ thời gian 120 giây người ta đã dùng thanh lưỡng kim.

### 3. RESET (trả lại vị trí ban đầu)

Khi role hiệu áp dầu tác động, có nghĩa áp suất dầu quá thấp so với yêu cầu. Bởi vậy không nên cho máy nén khởi động lại mà trước hết phải tìm ra nguyên nhân để khắc phục. Nếu khởi động nhiều lần với mỗi lần 120 giây thiếu dầu bôi trơn máy nén có thể bị hư hại.

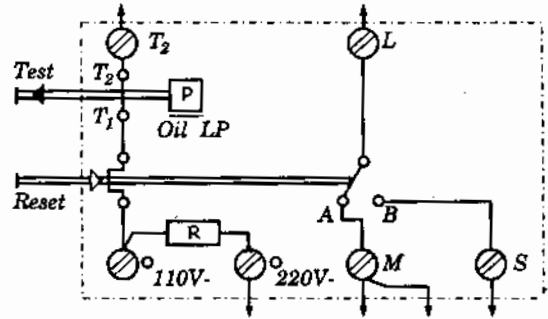
Role hiệu áp dầu bao gồm 2 mạch điện riêng biệt. Để dễ hiểu từ hình 2.38 mạch điện được vẽ lại và trình bày trên hình 2.39 riêng cho phần role.

Khi khởi động máy nén, tiếp điểm đóng 13 - 14 đặt điện áp vào T2. Đóng tiếp điểm của bộ bảo vệ máy nén là cần thiết để bộ trễ thời gian chỉ hoạt động khi máy nén bắt đầu làm việc. Ở role hiệu áp dầu, áp suất dầu chưa đạt được hiệu áp yêu cầu, do vậy T1 - T2 vẫn đóng và mạch điện cho thanh lưỡng kim của bộ trễ thời gian qua kẹp 220V đóng (giữa kẹp 220V và 110V chỉ có 1 điện trở do đó role hiệu áp dầu có thể hoạt động cả ở 110V). Do mạch điện L - M thông (tiếp điểm nằm ở vị trí A) nên mạch điện đến bộ bảo vệ máy nén đóng.

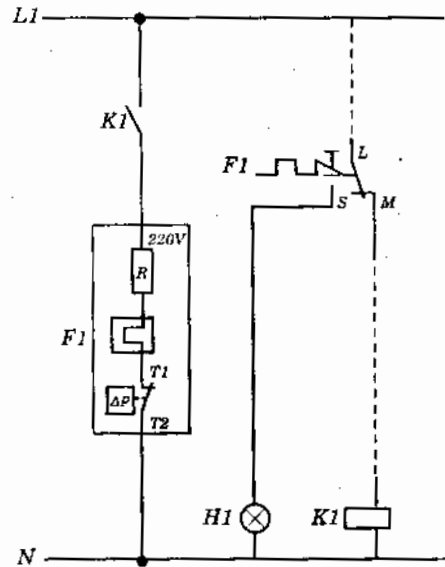
Nếu sau 120 giây, hiệu áp dầu đạt mức yêu cầu thì role hiệu áp dầu mở tiếp điểm T1-T2 và như vậy cũng ngắt mạch của thanh lưỡng kim của bộ trễ thời gian. Mạch L - M vẫn đóng (vị trí A) và mạch của máy nén vẫn đóng. Bấy giờ thí dụ do thiếu dầu role hiệu áp dầu lại đóng mạch đến bộ trễ thời gian và giữ ở trạng thái đóng lâu hơn 120 giây thì mạch chuyển từ A sang B nối thông L - S và mở mạch điện tới bộ bảo vệ. Máy nén ngừng làm việc và đèn hiệu báo "pan" sáng.

Sau khi sửa chữa "pan" xong có thể dùng tay đưa tiếp điểm trở về vị trí A (Reset).

Mạch điện (hình 2.38) là rất phức tạp, để đơn giản hóa, có thể trình bày mạch điện như hình 2.40 với các tiếp điểm A, B và các kẹp L, M, S tách rời khỏi mạch đo T1, T2 và 220V.



Hình 2.39. Mạch điện của role hiệu áp dầu từ hình 2.38 biểu diễn theo cách khác để dễ hiểu.



Hình 2.40. Biểu diễn mạch điện của role hiệu áp dầu trên sơ đồ điện.

### 2.2.7. Role áp suất cao và thấp

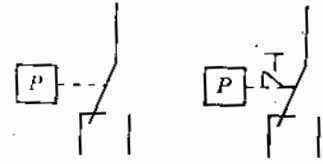
Chức năng của role áp suất đã nhắc tới ở 2.1.4f, ở đây giới thiệu thêm về khía cạnh an toàn của role. Có thể chia role áp suất ra các loại sau :

- *Role áp suất* : là các dụng cụ có thể ngắt và đóng trong quá trình điều chỉnh khi áp suất tăng quá hoặc giảm quá so với trị số đã đặt trước.
- *Role áp suất an toàn* : là các dụng cụ có thể ngắt mạch điện khi áp suất vượt các giá trị áp suất cao hoặc thấp đặt trước của các thiết bị có môi chất lạnh và chỉ

522  
10.10  
2022

khi nào áp suất thay đổi trở lại khoảng vận hành an toàn thì role tự động đóng mạch trở lại.

- *Role áp suất khóa an toàn* : là các dụng cụ có thể ngắt mạch điện khi áp suất vượt các giá trị áp suất cao hoặc thấp đặt trước của các thiết bị có môi chất lạnh nhưng khóa không cho tự động đóng mạch trở lại. Để đóng mạch trở lại phải dùng tay hoặc dụng cụ tác động.



Hình 2.41. Ký hiệu mạch điện role áp suất :

- a) Role áp suất và role áp suất an toàn
- b) Role áp suất khóa an toàn.

Hình 2.41 giới thiệu ký hiệu mạch điện của các loại role áp suất trên. Nếu bảo vệ áp suất không vượt giới hạn cho phép gọi là *role áp suất cao* và nếu bảo vệ áp suất không vượt giới hạn dưới gọi là *role áp suất thấp*.

### 2.2.8. Bảo vệ nhiệt độ đầu đẩy

Ngoài việc bảo vệ nhiệt độ cho cuộn dây động cơ, ổ trượt, dầu bôi trơn, việc bảo vệ nhiệt độ đầu đẩy của máy nén cũng được nhiều nhà chế tạo chú ý. Khi làm việc với nhiệt độ đầu đẩy quá lớn, tuổi thọ máy nén giảm, tiêu hao dầu tăng, tiêu hao điện năng tăng, hiệu suất lạnh giảm rõ rệt.

Dầu cảm nhiệt độ thường được bố trí ngay trên van đẩy của máy nén, và mỗi đầu xilanh được bố trí một đầu cảm. Để bảo vệ nhiệt độ đầu đẩy có thể sử dụng role nhiệt độ hoặc bảo vệ thermistor. Role nhiệt độ thường có đầu cảm nhiệt độ kiểu ống tín hiệu nhiệt độ thành tín hiệu áp suất làm thay đổi chiều cao hộp xếp và đóng ngắt tiếp điểm qua cơ cấu cơ. Thermistor bảo vệ máy nén qua việc thay đổi điện trở của đầu cảm như đã trình bày ở phần trên.

## 2.3. CHUỖI AN TOÀN CAT TRONG MỘT MẠCH ĐIỀU KHIỂN

Chuỗi an toàn là một chuỗi các mắt xích thiết bị an toàn đảm bảo chức năng an toàn cho hệ thống lạnh được bố trí nối tiếp liên động với nhau với điều kiện bất kỳ một mắt xích an toàn nào ngắt thì toàn bộ hệ thống lạnh ngưng hoạt động để bảo vệ.

Chuỗi an toàn có thể phân biệt theo một số khía cạnh sau : (đèn hoặc còi) báo hỏng chung, đèn báo hỏng riêng, có hoặc không có reset (trả lại vị trí ban đầu) :

- Đèn báo hỏng chung : đèn báo hỏng chung cho tất cả các thiết bị an toàn.
- Đèn báo hỏng riêng : đèn báo hỏng cho từng thiết bị an toàn riêng lẻ.
- Không có chức năng reset : thiết bị tự đóng mạch trở lại
- Có chức năng reset : thiết bị không tự đóng mạch trở lại.

Muốn đưa lại vị trí ban đầu cần tác động bằng tay hoặc bằng dụng cụ.

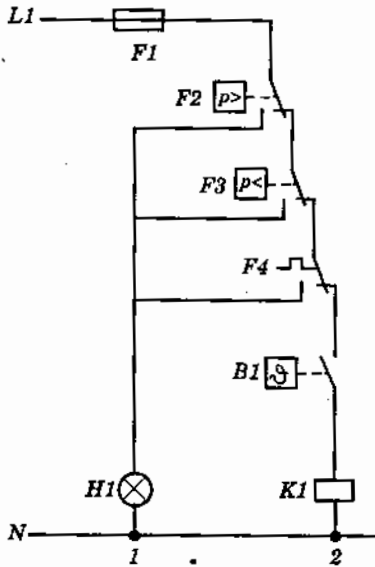
### 2.3.1. Đèn báo hỏng chung và không có reset

Đặc điểm hệ thống lạnh loại này là thiết bị tự động ngắt mạch khi chế độ làm việc vượt qua giới hạn cho phép. Sau khi đại lượng đo trở lại vị trí bình thường, thiết bị tự động lại đóng mạch cho máy lạnh hoạt động trở lại. Hệ thống chỉ có 1 đèn báo hỏng chung.

*Thí dụ 2.8 :*

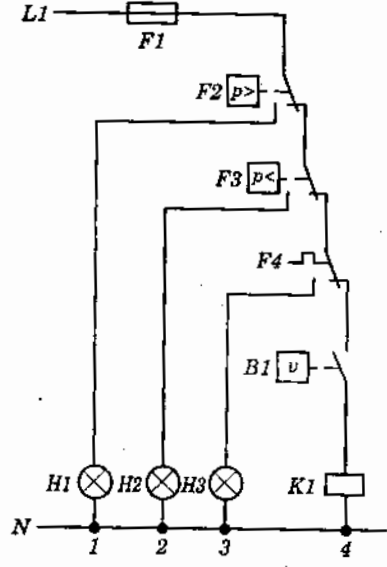
Trong một chuỗi an toàn điều khiển máy nén người ta bố trí một đèn báo hỏng cho tất cả các thiết bị an toàn : role áp suất cao và thấp, role nhiệt độ. Hãy thiết kế mạch điều khiển.

**Giải :** Hình 2.42 mô tả mạch điều khiển cho thí dụ 2.8.



**Hình 2.42.** Mạch điều khiển 1 máy nén lạnh đèn báo chung và không có reset;

- F1 - Cầu chì
- F2 - rơle áp suất cao
- F3 - rơle áp suất thấp
- F4 - rơle nhiệt
- B1 - rơle nhiệt độ
- K1 - Contactor
- H1 - Đèn báo hỏng.



**Hình 2.43.** Mạch điều khiển 1 máy nén lạnh với đèn báo hỏng riêng và không có reset;

- H1 - Đèn báo sự cố rơle áp suất cao
  - H2 - Đèn báo sự cố rơle áp suất thấp
  - H3 - Đèn báo sự cố rơle nhiệt có dòng điện quá tải.
- (các kí hiệu khác xem hình 2.42)

### 2.3.2. Đèn báo riêng, không có reset

Chuỗi an toàn này chỉ khác biệt so với 2.3.1 là mỗi thiết bị an toàn có một đèn báo riêng.

**Thí dụ 2.9 :**

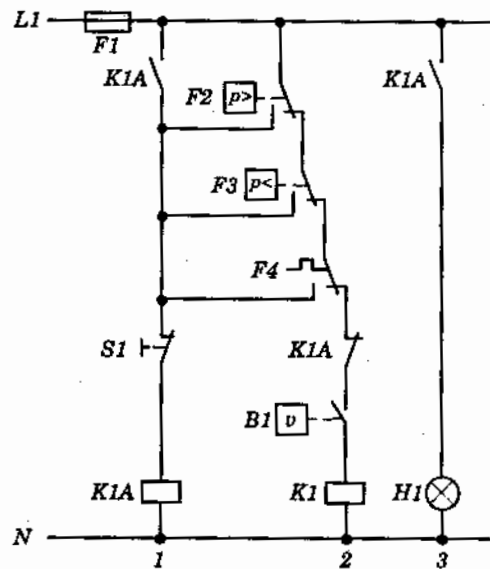
Giống thí dụ 2.1 hãy thiết kế mạch điều khiển với đèn báo hỏng riêng

**Giải :** xem hình 2.43.

### 2.3.3. Đèn báo chung, có reset

Mạch điều khiển chỉ có một đèn báo chung, có chức năng reset được biểu diễn trên hình 2.44.

Khi có trục trặc ở F2, F3 hoặc F4, công tắc chuyển đổi nối mạch cho K1A. Cuộn dây K1A ngắt mạch ở mạch 2 và đóng mạch ở mạch 1 và 3. Đèn 1 sáng báo hiệu sự cố. Ở mạch 1 do tiếp điểm K1A đóng nên cuộn dây K1A vẫn có điện cho dù công tắc chuyển đổi ở F2, F3, F4 đã trở lại vị trí ban đầu



**Hình 2.44.** Mạch điều khiển một máy nén lạnh với đèn báo hỏng chung có reset;

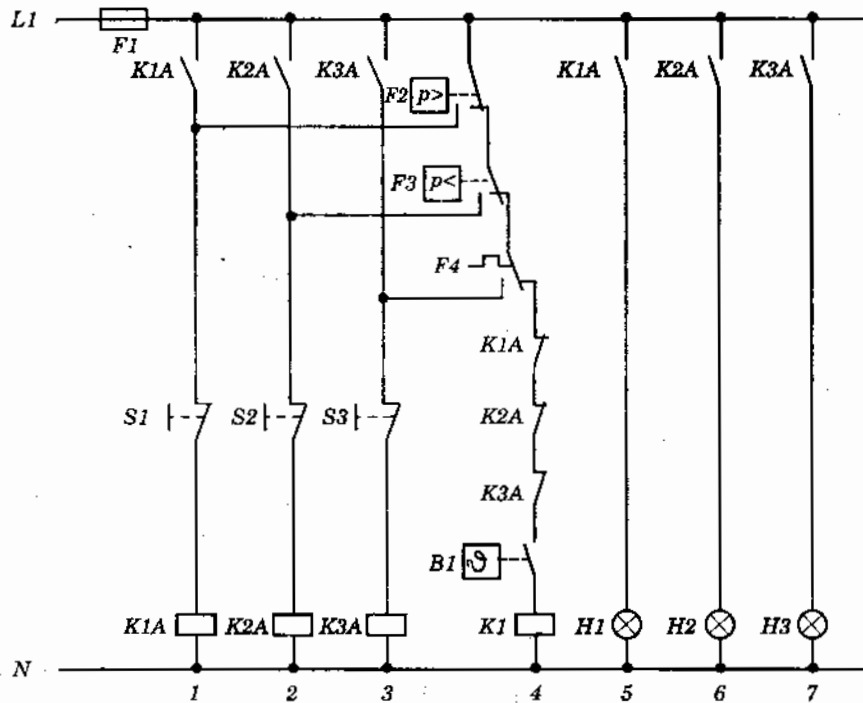
- K1A - Bảo vệ phụ reset;
  - S1 - Nút ấn reset;
- (các kí hiệu khác xem hình 2.2).

20.07.8

vi thông số bảo vệ đã quay về giá trị cho phép. Tuy vậy K1A ở mạch 2 vẫn mở nên K1 không có điện và máy nén vẫn không làm việc. Muốn cho máy nén làm việc lại phải ấn nút reset S1, cuộn dây K1A mất điện K1A ở mạch 1 và 3 mở K1A ở mạch 2 đóng lại đèn H1 tắt, K1 có điện và máy nén làm việc.

### 2.3.4. Đèn báo riêng, có reset

Nói chung một mạch điều khiển cho một máy nén lạnh có đèn báo riêng và có reset là khá phức tạp và tốn kém vì mỗi thiết bị an toàn cần một cuộn dây bảo vệ phụ và một nút ấn reset rất ít ứng dụng trong thực tế. Hình 2.45 giới thiệu mạch điều khiển đèn báo riêng có reset.



Hình 2.45. Mạch điều khiển một máy nén lạnh với đèn báo riêng và có reset :  
 K1A, S1, H1 - Bảo vệ phụ, nút ấn reset và đèn báo cho rơle áp suất cao ;  
 K2A, S2, H2 - cho rơle áp suất thấp ; K3A, S3, H3 - cho rơle nhiệt.

Mạch điều khiển ở hình 2.45 cũng giống như hình 2.44. Khác biệt ở đây là mỗi thiết bị an toàn có riêng một bộ bảo vệ phụ, một nút ấn rơle và một đèn báo sự cố.

### 2.3.5. Chức năng reset và khí cụ PTC thermistor

Nếu một khí cụ bảo vệ kiểu PTC (thí dụ thermistor bảo vệ INT69 của hãng KRIWAN) được mắc vào chuỗi bảo vệ có reset, thì không thể đảm bảo một sự điều khiển hoàn hảo.

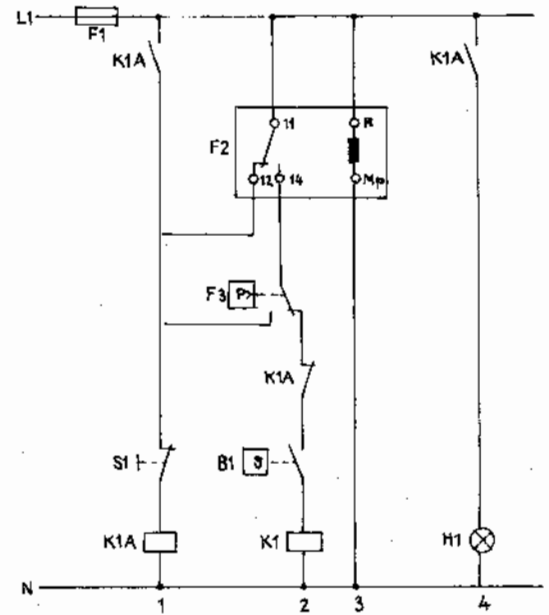
Hình 2.46. giới thiệu một chuỗi an toàn gồm một rơle áp suất cao và một thermistor bảo vệ cuộn dây động cơ khí cụ điện làm việc theo nguyên tắc dòng điện có chung một đèn báo sự cố.

Ở vị trí 11 - 12, tiếp điểm của thermistor không có điện. Ngay khi có điện, thermistor không ngắt, tiếp điểm chuyển sang 11 - 14 và rơle nhiệt độ B1 có thể đóng mạch K1. Nếu nhiệt độ cuộn dây tăng quá mức bộ bảo vệ động cơ ngắt, tiếp điểm chuyển về 11 - 12, cuộn dây K1A có điện, máy nén ngừng hoạt động. Sau khi cuộn dây nguội, tiếp

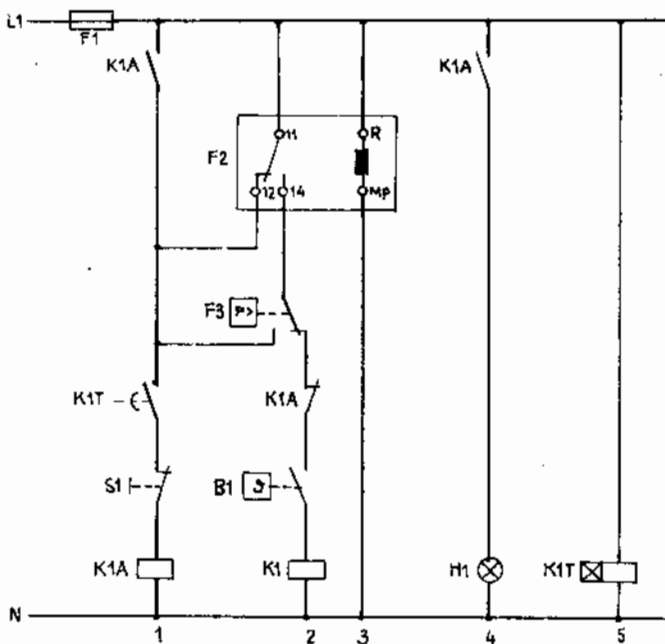


điểm quay về 11 - 14 nhưng máy nén vẫn không hoạt động bởi vì cuộn dây K1A vẫn hút. Chỉ khi nào ấn S1, cuộn dây K1A mất điện, tiếp điểm K1A ở mạch 2 đóng máy nén mới làm việc trở lại. Chức năng reset hoạt động giống như trình bày ở mục 2.3.3.

Sự điều khiển hoàn hảo đó không còn nữa nếu như bị mất điện chốc lát hoặc không đóng mạch điều khiển theo mạch điện chính. Bởi vì khi không có điện ở mạch điều khiển, tiếp điểm chuyển mạch của thermistor luôn nằm ở vị trí 11 - 12 nên ở thời điểm đóng mạch, có dòng điện chạy qua cuộn K1A. Bây giờ phụ thuộc hoàn toàn vào sự ngẫu nhiên là cuộn dây K1 hút đầu tiên hay cuộn dây K1A hút đầu tiên bởi vì cả hai cuộn dây đều đóng trong thời điểm đóng mạch. Nếu cuộn dây K1A hút đầu tiên thì hệ thống lạnh có "sự cố" tuy rằng trên thực tế không có sự cố nào cả. Chỉ cần ấn nút reset để loại trừ "sự cố" này.



Hình 2.46. Đèn báo chung với reset và một khí cụ điện làm việc theo nguyên tắc dòng điện tĩnh.



Hình 2.47. Mạch điều khiển an toàn cho reset và thermistor.

**Giải :**

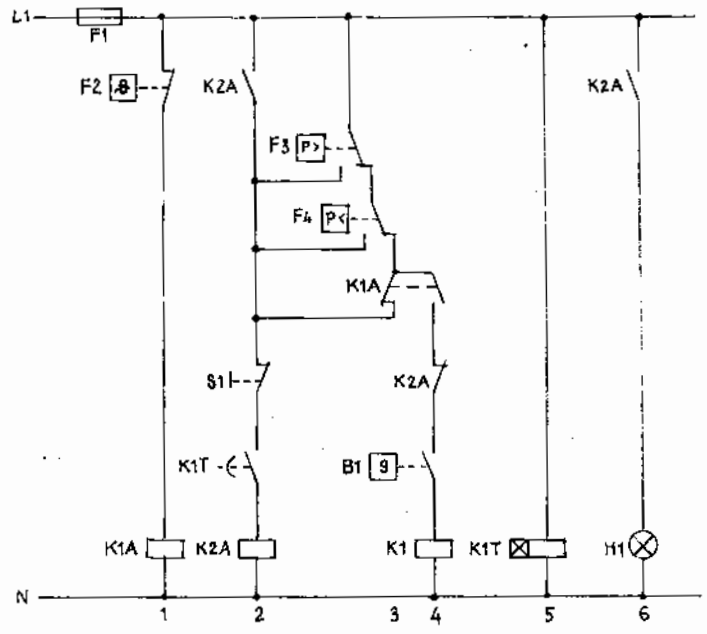
Bởi vì role nhiệt độ F2 chỉ có tiếp điểm thường đóng mà yêu cầu của chức năng reset lại là tiếp điểm chuyển mạch nên role nhiệt độ phải đóng mạch cho một cuộn dây để cuộn dây đó điều khiển một tiếp điểm chuyển đổi cần thiết cho reset. Hình 2.48 giới thiệu sơ đồ mạch điều khiển đó.

Các sự cố tương tự thường xuất hiện ở mạch điều khiển khi trong mạch có một khí cụ điện làm việc theo nguyên tắc dòng điện tĩnh như vậy. Để loại bỏ sự cố trên cần phải để cuộn K1 hút đầu tiên và cuộn K1A phải hút trễ hơn. Hình 2.47 giới thiệu một mạch điều khiển có độ trễ hút của K1A như vậy. Độ trễ hút có thể đặt rất nhỏ từ 0,5 đến 1 giây cho K1T.

**Thí dụ 2.10 :**

Trong một chuỗi an toàn cho một máy nén gồm role áp suất cao, thấp, một role nhiệt độ bảo vệ có tiếp điểm thường đóng F2. Cả ba thiết bị bảo vệ có chung một đèn báo sự cố. Yêu cầu an toàn hoàn hảo cho mất điện chốc lát đối với chức năng reset.

Khi F2 đóng, cuộn dây K1A có điện, tiếp điểm K1A mở ở mạch 3 đóng sang mạch 4 cho cuộn dây K1, máy nén chạy. Khi nhiệt độ tăng quá mức cho phép ở chi tiết máy cần bảo vệ, F2 ngắt, K1A mất điện, tiếp điểm K1A ở mạch 4 chuyển về mạch 3, cuộn dây K2A có điện, hút, tiếp điểm K2A ở K1 ngắt, máy nén ngừng chạy, K2A ở mạch 2 và 6 đóng duy trì mạch điện cho cuộn K2A và đèn sự cố H1 sáng. Khi F2 đóng mạch trở lại, tiếp điểm K1A ở mạch 3 chuyển sang mạch 4 nhưng chỉ khi ấn nút reset S1 máy nén mới hoạt động trở lại. Trường hợp mất điện chock lát K1 sẽ được đóng trước vì tiếp điểm K1T cho K2A đóng trễ, đảm bảo an toàn và không có "sự cố".



Hình 2.48. Mạch điều khiển thí dụ 2.10.

### 2.4. HẠN CHẾ DÒNG KHỞI ĐỘNG MÁY NÉN LẠNH

Khi khởi động máy nén lạnh xuất hiện dòng khởi động rất lớn. Đó là dòng ngắn mạch qua động cơ vì khi đóng mạch rotor chưa quay. Dòng khởi động lớn gây ra sụt điện áp trên lưới điện và gây ra nhiều bất lợi khác như cháy tiếp điểm, sự cố điện... Để hạn chế dòng khởi động nhiều quốc gia đã hạn chế dòng khởi động không được phép vượt quá 8 lần dòng định mức của động cơ. Thí dụ dòng làm việc của động cơ là 2A thì dòng khởi động phải nhỏ hơn hoặc bằng 16A :

$$FLA \text{ (Full Load Ampere)} = 2A$$

$$LRA \text{ (Locked Rotor Ampere)} \leq 16A$$

Trong kỹ thuật lạnh thường sử dụng các phương pháp hạn chế dòng khởi động sau :

- Sao - tam giác,
- Cuộn dây khởi động,
- Điện trở khởi động,
- Thay đổi tốc độ quay.

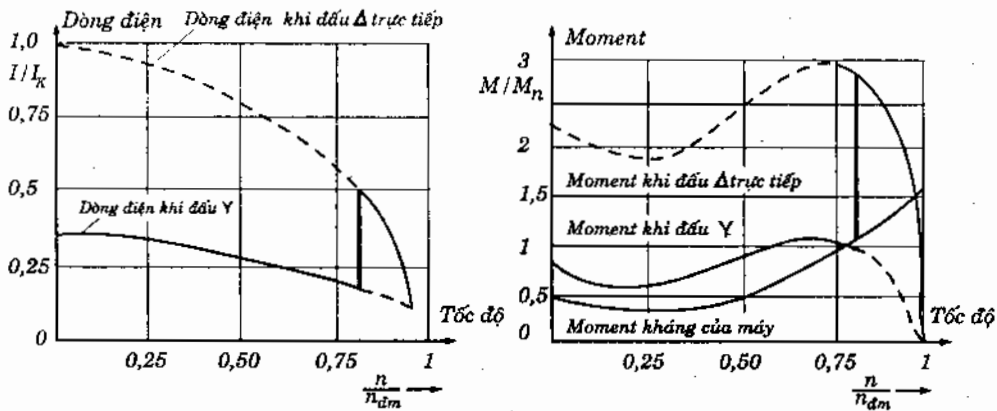
Một yếu tố quan trọng khác để hạn chế dòng khởi động là phải giảm tải cho máy nén khi khởi động. Các phương pháp giảm tải khi khởi động chính hiện nay đang được ứng dụng là :

- Bypass : nối thông khoang hút và khoang nén của máy nén khi khởi động,
- Nâng van hút khi khởi động.

Cả hai phương pháp này đều có nghĩa là cho máy nén làm việc không tải khi khởi động (áp suất khoang hút và đẩy bằng nhau). Toàn bộ moment khởi động của động cơ chỉ dùng vào việc thắng ma sát và quán tính các chi tiết máy [1,7].

### 2.4.1. Khởi động sao - tam giác

Khởi động sao - tam giác, được ứng dụng nhiều trong thực tế dựa trên thực tế là dòng điện đầu hình sao chỉ bằng 1/3 dòng điện đầu hình tam giác. Yêu cầu kỹ thuật điều khiển ở đây là nối mạch động cơ theo hình sao vào nguồn điện, sau khoảng 2 giây khi tốc độ động cơ đạt trên 75% tốc độ định mức thì chuyển sang mạch đầu tam giác và cho động cơ làm việc lâu dài ở mạch tam giác với dòng điện định mức. Mạch đầu sao và tam giác đã được mô tả ở hình 1.18 và 1.19. Hình 2.49 giới thiệu biến thiên dòng điện và moment khởi động khi đầu thuận  $\lambda$ ,  $\Delta$  và đầu  $\lambda - \Delta$  phụ thuộc vào tốc độ vòng quay rotor động cơ. Moment khởi động khi đầu  $\lambda$  cũng chỉ bằng khoảng 1/3 khi

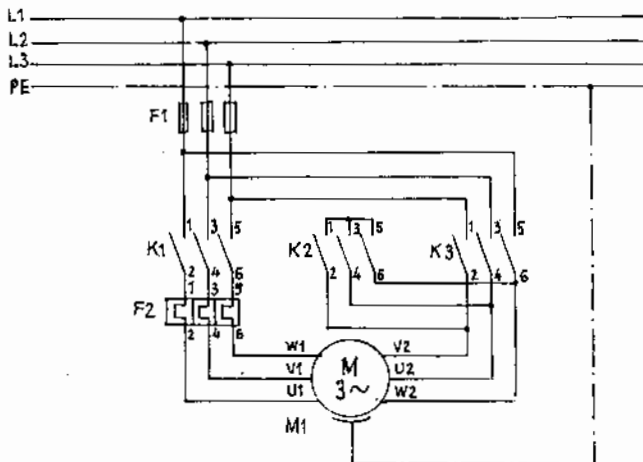


Hình 2.49. Biến thiên dòng điện và moment theo tốc độ rôto của mạch đầu thuận  $\lambda$ , thuận  $\Delta$  và mạch điện đầu  $\lambda - \Delta$ .

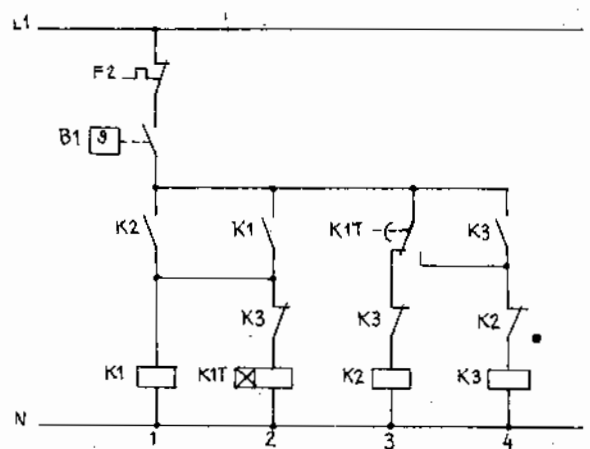
đầu  $\Delta$  và chỉ bằng khoảng 50% moment định mức. Dòng điện khởi động theo cách đầu sao chỉ bằng 1,8 đến 2,6 lần dòng điện định mức. Việc chuyển mạch  $\lambda$  sang  $\Delta$  phải thực hiện ở thời điểm tương đối ổn định. Sự tăng quá nhanh moment tải sẽ tạo nên tốc độ ổn định thấp và do đó làm mất tính ưu việt của phương pháp khởi động này. Tất cả những khởi động từ  $\lambda - \Delta$  thông thường được cung cấp kèm theo một role trễ thời gian. Thời gian trễ khoảng  $40ms \pm 15$  ở thời gian chuyển mạch  $\lambda - \Delta$ .

Hình 2.50 giới thiệu mạch điện chính của mạch khởi động  $\lambda - \Delta$

Hình 2.51 giới thiệu mạch điều khiển của mạch khởi động  $\lambda - \Delta$ . Mạch điều khiển này đáp ứng được trình tự khởi động :



Hình 2.50. Mạch điện chính của mạch khởi động  $\lambda - \Delta$ .



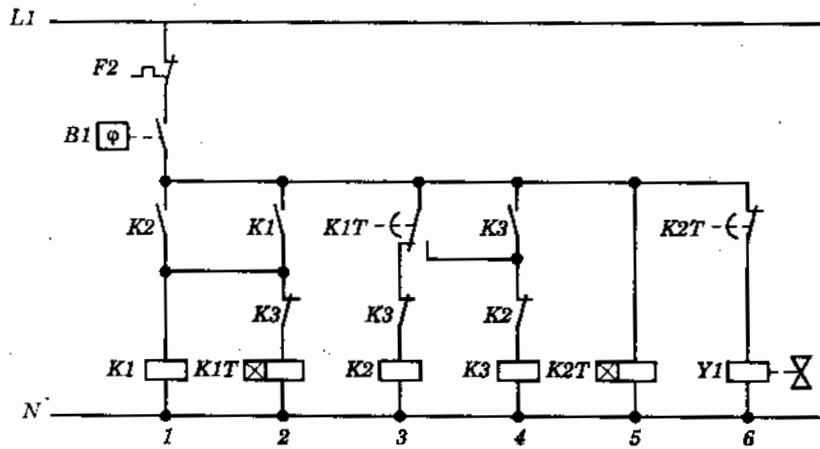
Hình 2.51. Mạch điện điều khiển của mạch khởi động  $\lambda - \Delta$ .

200  
200  
200

- Role nhiệt độ phòng đóng mạch cho máy nén làm việc ;
- Đầu tiên K1 và K2 đóng mạch ;
- Sau khoảng 2 giây, K2 ngắt mạch và K3 đóng mạch (K3 chỉ được phép đóng mạch sau khi K2 đã ngắt mạch).

Role nhiệt độ phòng B1 đóng, cuộn dây K2 có điện (mạch 3), tiếp điểm K2 ở mạch 1 đóng, cuộn dây K1 có điện. Đồng thời role thời gian K1T ở mạch 2 có điện. Máy nén được đóng mạch sao (Y) Sau thời gian đặt ở role thời gian K1T (khoảng 2 giây), công tắc K1T ở mạch 3 chuyển mạch, K2 ngắt và K3 đóng chuyển sang mạch Δ. Qua tiếp điểm thường đóng K2 ở mạch 4, K3 chỉ có thể hút khi K2 đã ngắt mạch (nhả). Ngay khi K3 hút, tiếp điểm thường mở ở mạch 4 đóng và role thời gian K1T ngắt qua tiếp điểm thường đóng K3 ở mạch 2. Như vậy công tác chuyển mạch của role thời gian ở mạch 3 trở lại vị trí ban đầu. Tuy nhiên cuộn dây K3 vẫn có điện nhờ tiếp điểm K3 ở mạch 4 vẫn đóng. Cuộn dây K2 vẫn không có điện vì tiếp điểm K3 (mạch 3) mở. Máy nén làm việc theo mạch Δ. Role thời gian cũng không có điện suốt thời gian máy làm việc.

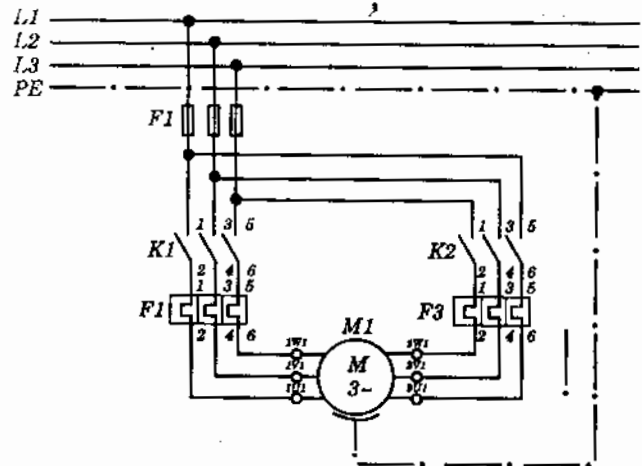
Hình 2.52 giới thiệu mạch điều khiển Y - Δ tự động đáp ứng các yêu cầu đã nêu, có thêm van điện từ giảm tải máy nén Y1 lắp trên đường bypass giữa khoang nén và khoang hút. Sau 2 giây mạch Y - Δ và sau 4 giây role thời gian KT2 ngắt van điện từ Y1.



Hình 2.52. Mạch điện khởi động Y - Δ với van điện từ giảm tải máy nén Y1.

### 2.4.2. Khởi động part winding (một phần cuộn dây)

Đây là phương pháp khởi động được ứng dụng rộng rãi ở Mỹ cho các hệ thống lạnh khác nhau dưới cái tên "Part Winding". Người ta thiết kế động cơ với các cuộn dây stator được chia làm hai. Các cuộn dây nằm song song với nhau trong rãnh stator và các đầu được cách điện riêng rẽ. Hai cuộn dây được đóng mạch trễ so với nhau về thời gian. Khi khởi động, đầu tiên chỉ một nửa cuộn dây được tiếp điện. Tùy theo sự phân bố của 2 cuộn dây 2/3 + 1/3 hay 1/2 + 1/2 mà dòng khởi động chỉ còn 75% hoặc 65% so với khởi động



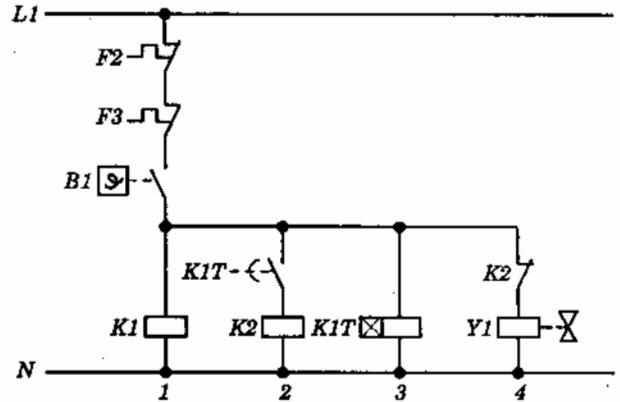
Hình 2.53. Mạch chính của mạch khởi động một phần cuộn dây (Part Winding).

thông thường. Sau khoảng 1 giây, cuộn thứ 2 được nối điện và động cơ chạy ở chế độ làm việc bình thường. Ưu điểm của phương pháp này so với sao - tam giác là không có thời điểm chuyển đổi ngắt điện làm cho dòng bị tăng vọt, mà dòng chỉ tăng không đáng kể. Hình 2.53 giới thiệu mạch chính của phương pháp khởi động một phần cuộn dây.

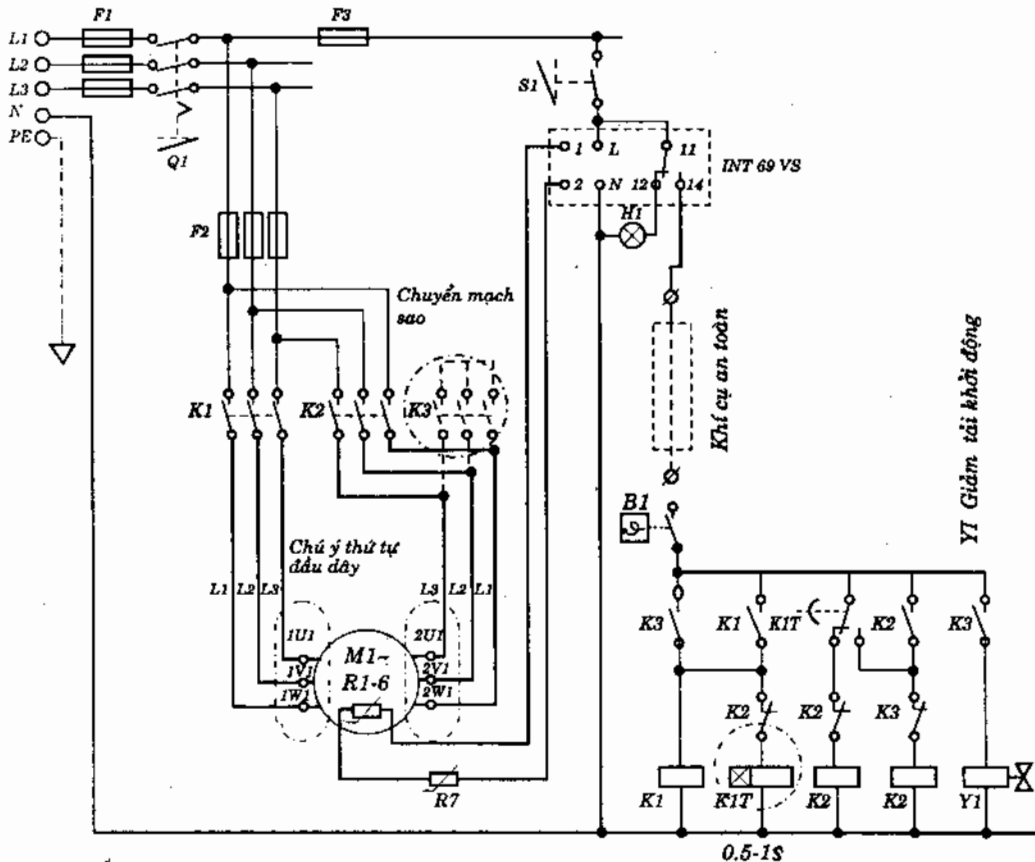
Đầu tiên mạch K1 đóng sau đó khoảng  $0,5 \div 1s$  mạch K2 đóng phần còn lại của cuộn dây và động cơ làm việc ở chế độ định mức. Mỗi phần cuộn dây đều được role nhiệt bảo vệ. Cỡ của role nhiệt tùy vào sự phân chia cuộn dây. F2 và F3 bằng nhau nếu cuộn dây chia  $1/2 - 1/2$ .

Thời gian đóng trễ của K2 do role thời gian đảm nhận. Hình 2.54 mô tả mạch điều khiển khởi động một phần cuộn dây. Khi B1 đóng mạch, K1 hút, phần thứ nhất cuộn dây làm việc, role thời gian K1T hoạt động. Van điện từ Y1 làm việc. Sau 1 giây K1T đóng phần 2 cuộn dây, tiếp điểm K2 ngắt van điện từ Y1.

Trường hợp phải thay máy nén khởi động sao - tam giác bằng một máy nén của Mỹ khởi động part winding (một phần cuộn dây), chỉ cần thay đổi chút ít mạch chính và mạch điều khiển như biểu diễn trên hình 2.55 với các điều kiện : loại bỏ tiếp điểm K3, chỉnh role thời gian K1T khoảng 1 giây, kiểm tra cẩn thận các đầu dây động cơ và mạch điều khiển thay bằng mạch hình 2.54.



Hình 2.54. Mạch điều khiển khởi động part winding (một phần cuộn dây).



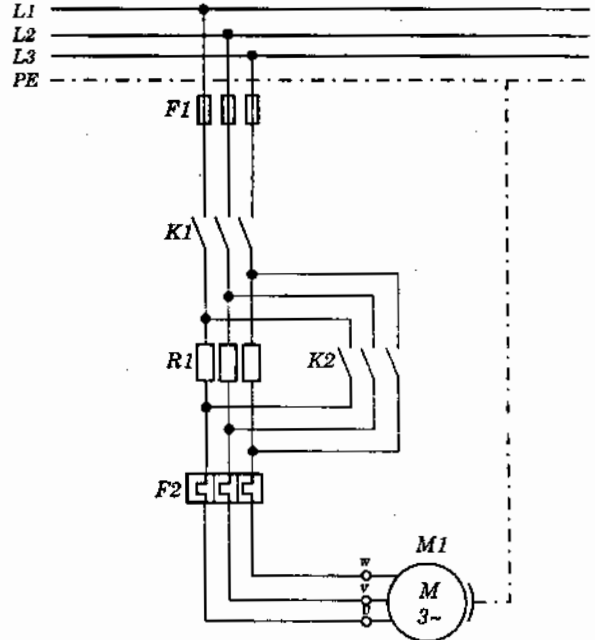
Hình 2.55. Chuyển đổi khởi động sao - tam giác ra khởi động part winding (BITZER).

22.022  
1720.72

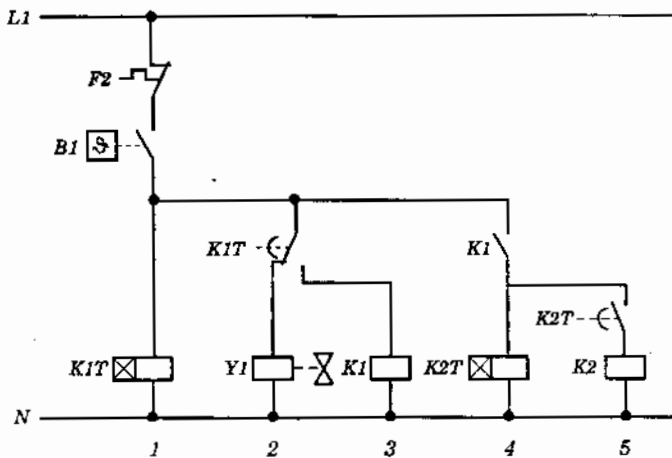
### 2.4.3. Khởi động điện trở

Trong phương pháp khởi động điện trở, người ta bố trí các điện trở giữa động cơ và tiếp điểm K1. Sau khi khởi động khoảng 0,5 giây, đóng K2 để nối tắt qua điện trở. Tác dụng của các điện trở làm giảm dòng khởi động. Giá trị các điện trở được xác định qua moment nhỏ nhất phải đảm bảo cho máy nén. Bình thường dòng khởi động giảm xuống đến 45% so với dòng khởi động bình thường. Dòng tăng khi đóng K2 là không đáng kể. Hình 2.56 mô tả mạch điện chính và hình 2.57 mạch điện điều khiển của khởi động điện trở.

Khi role nhiệt độ phòng B1 đóng, role thời gian K1T hoạt động. Công tắc K1T ở mạch 2 cho van điện từ Y1 mở. Y1 mở cân bằng áp suất giữa khoang hút và đẩy trước khi khởi động (giảm tải máy nén). Sau 15



Hình 2.56. Mạch điện chính khởi động điện trở.



Hình 2.57. Mạch điều khiển khởi động điện trở có giảm tải máy nén sơ bộ.

đến 30 giây công tắc chuyển mạch sang mạch 3, cuộn dây K1 có điện. Van điện từ đóng do mất điện. Đồng thời role thời gian K2T có điện do K1 ở mạch 4 đóng. Sau khoảng 0,5 giây, tiếp điểm role thời gian ở mạch 5 đóng và K2 đóng.

Để đảm bảo tuổi thọ điện trở, mỗi giờ chỉ được khởi động nhiều nhất là 6 lần. Muốn nâng cao tần số khởi động có thể sử dụng thiết bị điều khiển điện tử của hãng Krivan, ở đây không đi sâu giới thiệu.

## 2.5. ĐIỀU KHIỂN MÁY NÉN

Điều khiển máy nén chiếm một tỷ lệ lớn trong điều khiển hệ thống lạnh trong đó bao gồm cả phần bảo vệ và khởi động máy nén. Phần này giới thiệu về các mạch điều khiển: hút kiệt trước khi dừng máy, điều chỉnh năng suất lạnh máy nén và máy nén trực vít.

### 2.5.1. Hút kiệt (pump down và pump out)

Khác với hệ thống lạnh thông thường công suất nhỏ, sử dụng role nhiệt độ phòng để đóng ngắt trực tiếp mạch máy nén, các hệ thống lạnh công nghiệp yêu cầu hút kiệt trước khi dừng máy.

Hút kiệt môi chất lạnh khỏi dàn bay hơi trước khi dừng máy nén có 2 ưu điểm là :

- Dẫn được phần lớn môi chất lạnh vào bình chứa trước khi dừng máy ;
- Khởi động máy nén lần sau thuận lợi hơn ;
- Tránh được va đập thủy lực do hút phải lỏng khí khởi động.

Ở các hệ thống lạnh có quá trình hút kiệt, role nhiệt độ phòng không đóng ngắt trực tiếp máy nén mà đóng van điện từ ngừng cấp lỏng cho dàn bay hơi. Đóng ngắt máy nén do role áp suất thấp đảm nhiệm. Có thể phân mạch hút kiệt ra làm hai loại pump down và pump out

**a) Mạch pump down**

Hình 2.58 mô tả mạch điều khiển pump down.

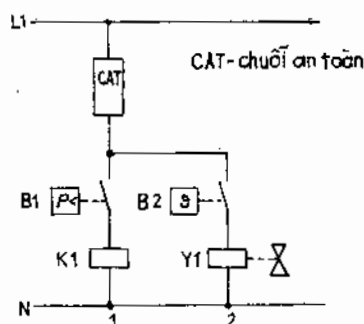
Khi đạt nhiệt độ phòng, role nhiệt độ B2 ngắt, van điện từ Y1 đóng, ngừng cấp lỏng cho dàn bay hơi. Máy nén tiếp tục làm việc đến khi nào áp suất trong dàn bay hơi giảm xuống đến mức yêu cầu, hầu như toàn bộ môi chất lạnh đã bị hút ra khỏi dàn bay hơi, thì role áp suất thấp ngắt máy nén.

Khi nhiệt độ phòng tăng cao, B2 đóng mạch, van điện từ mở cấp lỏng cho dàn bay hơi, áp suất tăng lên, role áp thấp nối mạch cho máy nén hoạt động trở lại. Đôi khi máy nén hoạt động trở lại không phải do nhiệt độ phòng mà do van điện từ bị rò, không kín.

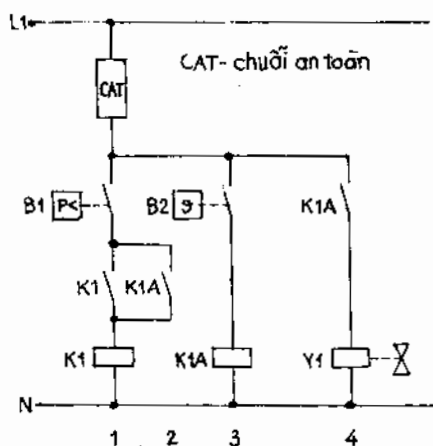
**b) Mạch pump out**

Hình 2.59 biểu diễn mạch điều khiển pump out. Mạch pump out dùng trong trường hợp chỉ hút kiệt một lần duy nhất cho hệ thống lạnh. Nguyên tắc hoạt động cũng giống như mạch pump down. Để thực hiện chỉ hút một lần phải bố trí thêm tiếp điểm K1A.

Điểm khác biệt cơ bản của mạch pump out là tiếp điểm K1A. Khi không đạt nhiệt độ yêu cầu, role nhiệt độ B2 đóng mạch, cuộn dây K1A có điện, tiếp điểm K1A ở mạch 4 và 2 đóng. Van điện từ Y1 cấp lỏng mở và role áp suất thấp B1 đóng K1 cho máy nén làm việc. Khi đạt nhiệt độ yêu cầu B2 mở, K1A nhả, van điện từ Y1 đóng và máy nén còn tiếp tục làm việc đến khi hút kiệt môi chất lạnh và role áp suất thấp ngắt. Nếu áp suất trong dàn bay hơi tăng lên, role áp suất thấp đóng mạch nhưng máy nén không thể làm việc. Tiếp điểm K1 của máy nén chỉ có



Hình 2.58. Mạch điều khiển pump down :  
B1 - role áp suất thấp  
B2 - Role nhiệt độ phòng  
K1 - Tiếp điểm máy nén  
Y1 - Van điện từ đường cấp lỏng.



Hình 2.59. Mạch điều khiển pump out  
K1A - tiếp điểm phụ.  
(các kí hiệu khác như h.2.57)

220.336

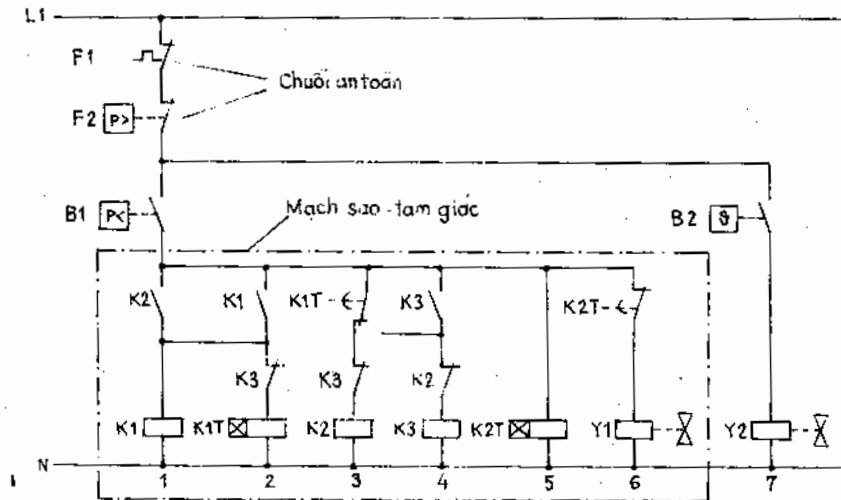
thể đóng mạch nếu trước đó role nhiệt độ phòng B2 đã đóng mạch cho K1A. Như vậy máy nén chỉ làm việc qua tác động của B2.

**Thí dụ 2.11 :**

Một máy nén lạnh sử dụng kiểu khởi động sao - tam giác để hạn chế dòng khởi động. Máy nén được trang bị bộ giảm tải khởi động. Sau khi chuyển mạch sao sang tam giác 2 giây bộ giảm tải sẽ bị ngắt. Máy nén cần làm việc theo mạch pump down. Trong chuỗi an toàn có role áp suất cao và role nhiệt bảo vệ quá tải. Hãy thiết kế mạch điều khiển.

**Giải :**

Hình 2.60 giới thiệu mạch điều khiển cho thí dụ 2.11.



Hình 2.60. Máy nén với mạch khởi động sao - tam giác và mạch pump down (kết hợp hình 2.52 và hình 2.58) :

B1 - role áp suất thấp ; B2 - Role nhiệt độ phòng ;

Y1 - Van điện tử giảm tải ; Y2 - Van điện tử cấp lỏng cho dàn bay hơi.

Sơ đồ này là sơ đồ kết hợp của mạch điều khiển khởi động sao - tam giác (hình 2.52) và mạch pump down (hình 2.58). B1 là role áp suất thấp, B2 role nhiệt độ phòng. B2 đóng mạch cho van điện tử cấp lỏng cho dàn bay hơi. Y2 mở.

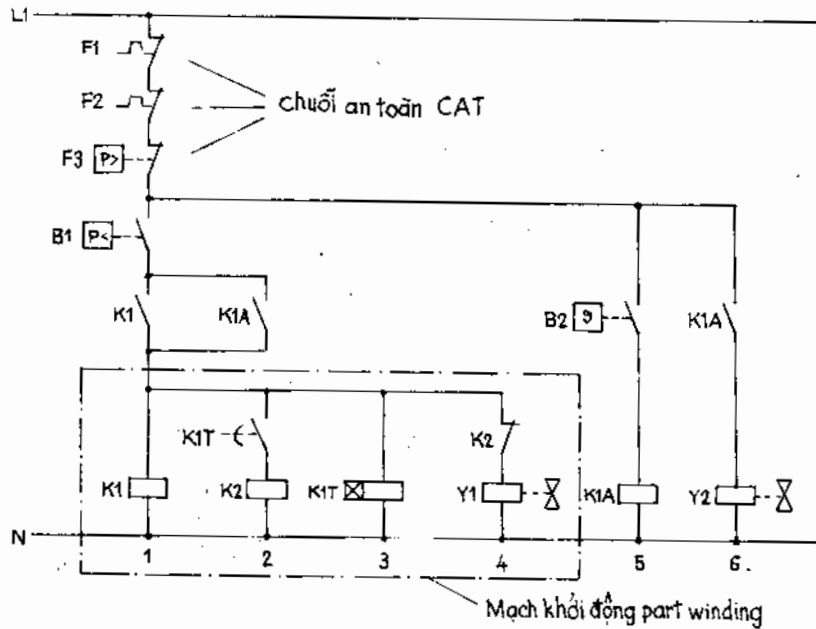
**Thí dụ 2.12 :**

Một máy nén lạnh khởi động part winding làm việc ở chế độ pump out. Trong chuỗi an toàn có role nhiệt bảo vệ quá tải cho mỗi phần cuộn dây và một role áp suất cao. Hãy thiết kế mạch điều khiển.

**Giải :**

Hình 2.61 giới thiệu mạch điều khiển cho thí dụ 2.12. Mạch bao gồm mạch khởi động part winding (hình 2.53) và mạch pump out (hình 2.58).





Hình 2.61. Máy nén với mạch khởi động part winding (một phần cuộn dây) và pump out.

### Thí dụ 2.13 :

Một máy nén được điều khiển theo các yêu cầu sau :

- Khởi động sao - tam giác với giảm tải máy nén khi khởi động,
- Ngắt giảm tải máy nén 2 giây sau khi chuyển sao sang tam giác,
- Mạch pump out,
- Các thiết bị an toàn gồm : rơle hiệu áp dầu, bảo vệ động cơ thermistor có reset, rơle áp suất với khóa an toàn,
- Mỗi sự cố đều có đèn báo riêng,
- Điện trở sưởi đáy dầu kiểu nhúng chìm,
- Công tác chính 3 cực.

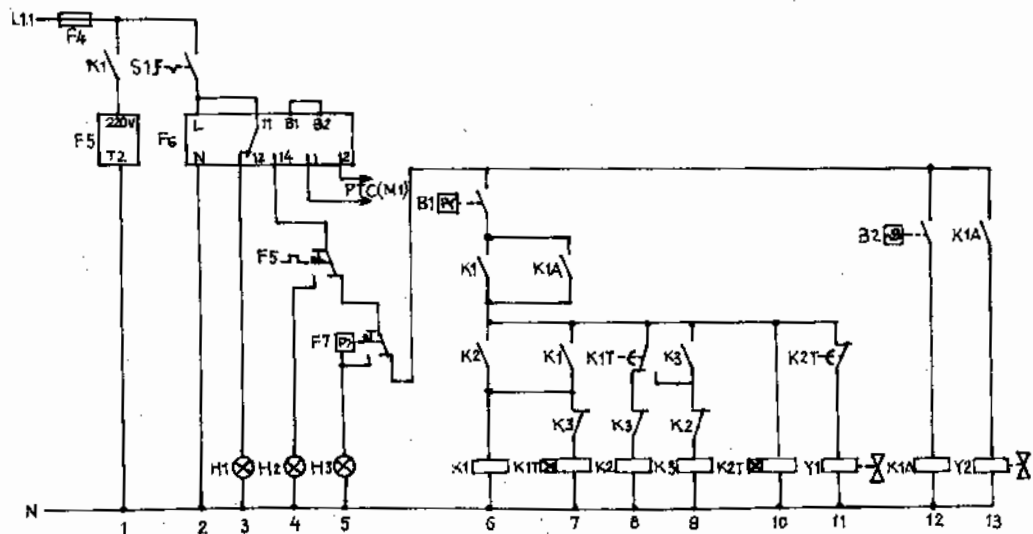
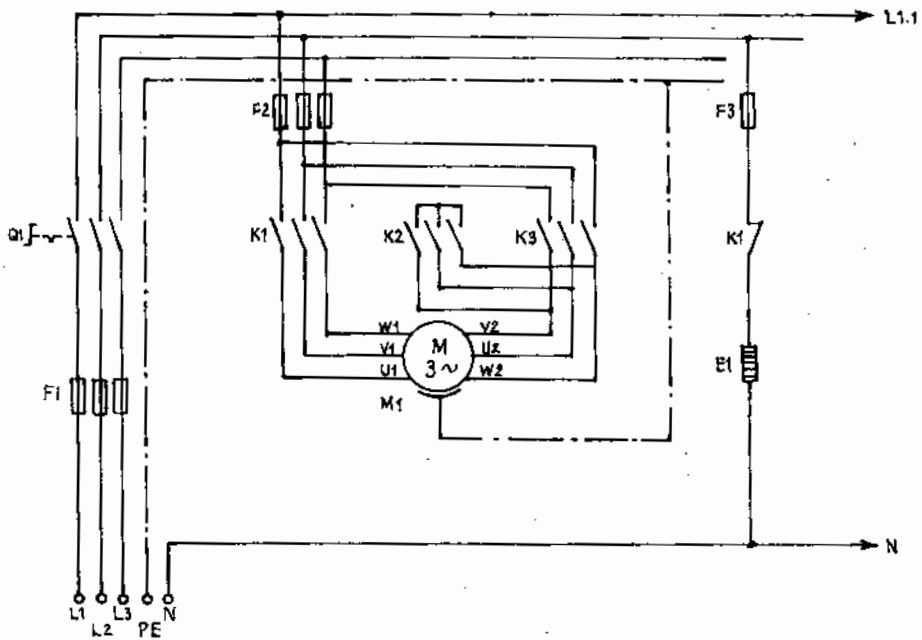
Hãy thiết kế mạch chính và mạch điều khiển.

Giải : (hình 2.62).

### 2.5.2. Máy nén có điều chỉnh năng suất lạnh

Điều chỉnh năng suất lạnh nhằm đáp ứng tốt hơn nhu cầu lạnh thay đổi của hệ tiêu thụ lạnh. Điều chỉnh năng suất lạnh làm giảm số lần đóng ngắt máy nén, giảm sự mài mòn động cơ và các chi tiết. Ngày nay, dụng cụ điều chỉnh năng suất lạnh thường là van điện từ. Van điện từ đóng, ngắt sự làm việc của từng xilanh hoặc từng cụm xilanh. Ở chế độ hoạt động bình thường (đầy tải, hoặc 100% năng suất lạnh) các van điện từ điều chỉnh năng suất lạnh không có điện. Khi van điện từ có điện, cơ cấu nâng van hút làm việc, pittông tương ứng chạy không tải trong xilanh, không thực hiện quá trình nén và đẩy. Khi bố trí nhiều van điện từ có thể điều chỉnh năng suất lạnh theo bậc (thí dụ 0 - 25 - 50 - 75 - 100%). Điều khiển van điện từ có thể là rơle nhiệt độ

B22.622  
00.14.2



Hình 2.62. Mạch chính và mạch điều khiển thí dụ 2.13 :

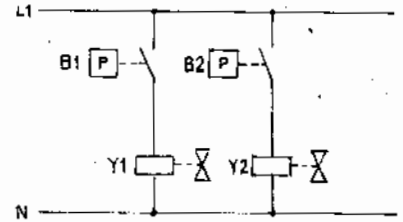
F1 - Cầu chì chính ; F2 - Cầu chì máy nén ; F3 - Cầu chì điện trở sưởi dầu ; F4 - Cầu chì mạch điều khiển ; F5 - Rơle hiệu áp suất dầu ; F6 - Thermistor bảo vệ máy nén INT - 69VS ; F7 - Rơle áp suất cao khóa an toàn ; K1 - Contactor lưới điện ; K2 - Contactor sao ; K3 - Contactor tam giác ; K1A - Contactor pump out ; K1T - Rơle thời gian sao - tam giác ; K2T - Rơle thời gian giảm tải máy nén khi khởi động ; Y1 - Van điện từ giảm tải máy nén khi khởi động ; Y2 - Van điện từ cấp lỏng cho dàn bay hơi ; H1, H2, H3 - Đèn báo sự cố Thermistor ; rơle hiệu áp suất ; rơle áp cao ; Q1 - Công tắc chính ; S1 - Công tắc điều khiển và reset bảo vệ máy nén ; M - Động cơ máy nén ; E1 - Điện trở sưởi dầu.

(thermostat), rơle áp suất (pressostat), rơle độ ẩm (hygrostat), tuy nhiên cần lưu ý việc điều chỉnh năng suất lạnh cần mạch lạc không bị chống chéo.

Ở các hệ thống lạnh có mạch pump down và pump out các thiết bị điều chỉnh năng suất lạnh không được hoạt động trong thời gian hút kiệt.

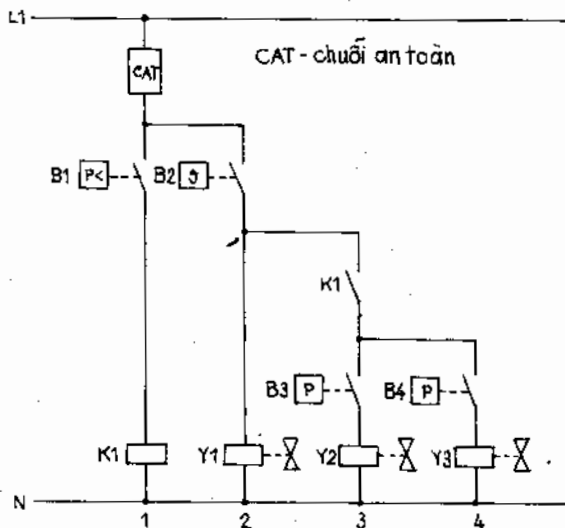
Hình 2.63 giới thiệu mạch điều khiển của máy nén điều chỉnh năng suất lạnh ba bậc (0/33/67/100%) sử dụng role áp suất để điều khiển.

Khi áp suất giảm trên đường hút, role áp suất B1 đóng điện cho van điện từ điều chỉnh năng suất lạnh làm việc và máy nén làm việc với 67% năng suất. Nếu áp suất tiếp tục giảm, B2 sẽ đóng điện tiếp cho van điện từ Y2 và máy nén chỉ còn làm việc với 33% năng suất lạnh. Nếu áp suất tăng trở lại, đầu tiên B2 sẽ ngắt mạch Y2 sau đó B1 ngắt mạch Y1 và máy nén quay lại làm việc với 100% năng suất lạnh. Trường hợp áp suất giảm tiếp tục (sau khi 2 role áp suất B1 và B2 đã đóng) đến một giá trị nhất định thì role áp suất thấp sẽ ngắt và máy nén ngừng hoạt động.



Hình 2.63. Nguyên lý mạch điều khiển ba bậc năng suất lạnh với role áp suất làm dụng cụ điều chỉnh (0/33/67/100%).

Hình 2.64 giới thiệu một mạch điều khiển của một máy nén có 3 cấp điều chỉnh (0/33/67/100%) năng suất lạnh, khởi động trực tiếp và có mạch pump down.



Hình 2.64. Máy nén với 3 cấp năng suất lạnh (0/33/67/100%), khởi động trực tiếp và mạch pump down.

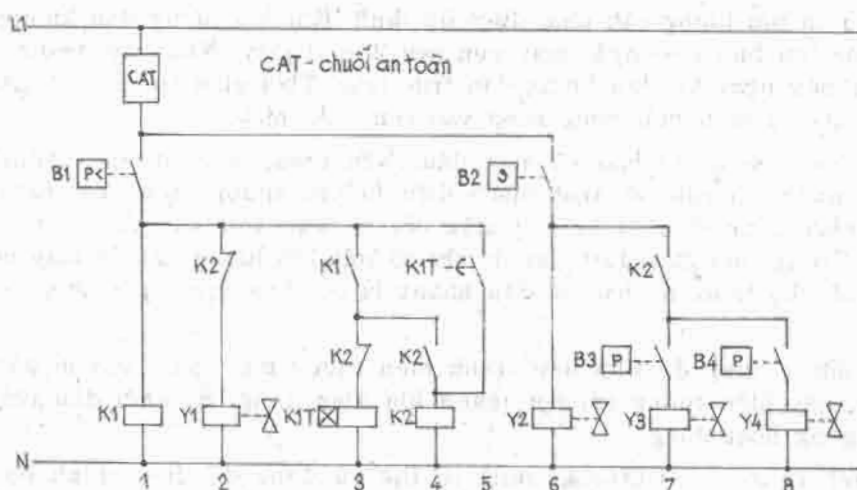
Khi nhiệt độ phòng vượt nhiệt độ cho phép, role nhiệt độ B2 đóng mạch mở van điện từ Y1 cấp lỏng cho dàn bay hơi. Áp suất bay hơi tăng, role áp suất thấp B1 đóng mạch K1 của máy nén, máy nén làm việc với 100% năng suất lạnh đồng thời đóng mạch tiếp điểm K1 ở mạch 3 đầu tiên cho Y2 làm việc qua B3 với 67% năng suất lạnh và sau đó có thể cho Y3 làm việc qua B4 với 33% năng suất lạnh. Khi nhiệt độ phòng đạt yêu cầu, role nhiệt độ phòng B2 ngắt mạch, Y1 đóng do mất điện và cũng ngắt luôn mạch điều chỉnh năng suất lạnh. Máy nén tiếp tục hút kiệt cho đến khi nào role áp suất thấp tác động ngắt K1 để ngừng máy nén.

Hình 2.65. giới thiệu mạch điều khiển máy nén 3 cấp năng suất lạnh (0/33/67/100%) với khởi động part winding và mạch pump down.

Mạch 1 đến 5 là mạch điều khiển part winding. Sau khi cả 2 phần cuộn dây được đóng mạch thì sự điều chỉnh năng suất lạnh mới có thể hoạt động. B2 đóng mạch cho van điện từ Y2 và B1 đóng mạch cho máy nén.

### 2.5.3. Máy nén trực vít

Khác với máy nén pittông, máy nén trực vít có những yêu cầu đặc biệt trong điều khiển. Các thiết bị an toàn cũng đòi hỏi nghiêm ngặt hơn. Ngoài role áp suất cao và thấp ra máy nén trực vít còn có nhu cầu bảo vệ sau đây :



Hình 2.65. Máy nén cấp năng suất lạnh (0/33/67/100%), khởi động part winding và có mạch pump down :

B1 - Rơle áp suất thấp ; B2 - rơle nhiệt độ phòng ; B3 - B4 - Rơle áp suất điều chỉnh năng suất lạnh ; Y1 - Van điện tử giảm tải máy nén khi khởi động ; Y2 - Van điện tử cấp lỏng cho dàn bay hơi ; Y3 - Y4 - Van điện tử điều chỉnh năng suất lạnh ; K1 - Contactor bảo vệ phần 1 cuộn dây ; K2 - Contactor bảo vệ phần 2 cuộn dây ; K1T - Rơle thời gian cho phần dây thứ 2.

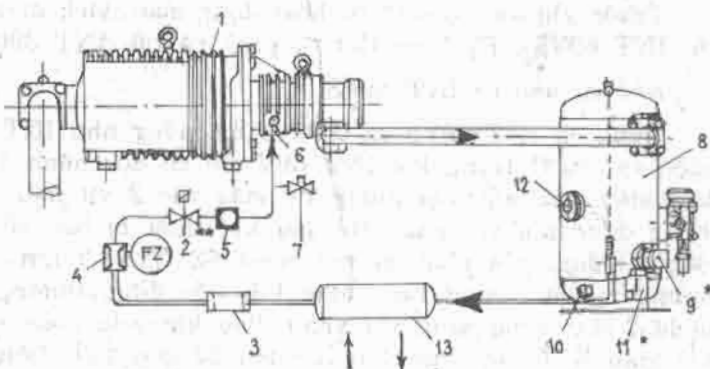
- Bảo vệ thứ tự pha,
- Bảo vệ cân bằng pha,
- Bảo vệ nhiệt độ dầu dầy,
- Bảo vệ nhiệt độ cuộn dây,
- Bảo vệ mức dầu,
- Bảo vệ lưu lượng dầu cho bơm phun tràn dầu trong máy nén.

Ngoài ra còn phải chú ý đến các độ trễ thời gian khác nhau trong chuỗi bảo vệ.

Hình 2.66 giới thiệu máy nén trục vít và vòng tuần hoàn dầu bôi trơn. Vòng tuần hoàn dầu bôi trơn là đối tượng bảo vệ quan trọng nhất của máy nén trục vít, đặc biệt với các khí cụ điện ở các vị trí 2, 4, 9, 10 và 11.

- Van điện tử phun dầu : van phải được đóng mạch ngay khi máy nén đạt tốc độ định mức, và phải ngắt mạch ngay khi máy nén dừng.

- Role lưu lượng : bảo vệ lưu lượng dầu tuần hoàn và ngắt máy nén khi lưu lượng dầu không đủ đảm bảo cho máy nén hoạt động. Khi khởi động máy nén, role lưu lượng phải dừng làm việc trong thời gian khoảng 15 ÷ 20 giây. Trong thời gian này van điện



Hình 2.66. Máy nén trục vít và vòng tuần hoàn dầu bôi trơn (Bitzer) :

1- máy nén trục vít kiểu phun tràn dầu ; 2 - van điện tử chặn ngập dầu khi máy nén dừng ; 3 - phin lọc dầu có thể thay thế được ; 4 - rơle bảo vệ lưu lượng dầu lắp đặt cố định ; 5 - mắt dầu ; 6 - mũi phun (phía trong máy nén) ; 7 - van ; 8 - bình tách dầu ; 9 - rơle bảo vệ mức dầu ; 10 - bộ sưởi dầu ; 11 - rơle nhiệt độ dầu ; 12 - mắt dầu ; 13 - bộ làm mát dầu.

từ phun dầu mỡ và lưu lượng cần phải được ổn định. Khi lưu lượng dầu không đạt hoặc có trục trặc, role lưu lượng sẽ ngắt máy nén sau 2 + 3 giây. Như vậy, tránh được hiện tượng ngắt máy nén ngay khi lưu lượng dầu trục trặc. Thời gian trễ 2 + 3 giây sẽ được thực hiện nhờ một tụ điện mắc song song vào công tắc nhà.

*Role mức dầu* : dùng để bảo vệ mức dầu. Nếu lượng dầu dự trữ không đủ hoặc dầu bị sủi bọt mạnh thì role sẽ ngắt mạch điều khiển, ngừng máy nén. Role chỉ ngắt mạch sau khi khởi động ít nhất là 120 giây bởi vì mức dầu khi khởi động bị tụt và không ổn định. Trong thời gian 120 giây đó chỉ có role lưu lượng bảo vệ máy nén. Trong thời gian mức dầu hạ thấp, để bảo vệ dầu không bị cốc hóa, cần ngắt bộ sưởi dầu khỏi nguồn điện.

- *Bộ sưởi dầu* : dùng để sưởi dầu tránh hiện tượng môi chất lạnh bị dầu hấp thụ khi ngừng máy, gây hiện tượng sủi bọt mạnh khi khởi động. Bộ sưởi dầu chỉ làm việc khi máy nén ngừng hoạt động.

- *Role nhiệt độ dầu* : (Oilthermostat) có thể sử dụng để điều chỉnh bộ sưởi dầu hoặc nối vào mạch điều khiển chỉ cho máy nén làm việc ở một khoảng nhiệt độ dầu thích hợp.

Giảm tải máy nén pittông bằng bypass khi khởi động không sử dụng được cho máy nén trục vít vì nguy cơ hư hỏng ở trục. Hơn nữa các phương pháp giảm tải tương tự cũng không hiệu quả vì máy nén trục vít khi quay tạo áp suất ngay theo chiều dài trục vít. Để tạo hiệu quả giảm tải cũng như ngăn chặn sự tích tụ môi chất lạnh vào dầu trong quá trình ngừng máy nén người ta bố trí một van điện từ trên đường gọi là bypass - ngừng máy nối giữa bình tách dầu và ống hút và chỉ mở khi ngừng máy. Hình 2.67 giới thiệu sơ đồ mạch chính và mạch điều khiển của máy nén trục vít với các yêu cầu trên.

Trước khi vào giới thiệu hoạt động của mạch điều khiển ta tìm hiểu khí cụ bảo vệ F6 (INT 69VS), F7 (role thứ tự pha) và F9 (INT 390).

#### *Khí cụ bảo vệ INT 69VS*

Dụng cụ INT 69VS có chức năng giống như INT 69V nhưng có độ chênh khi ngắt mạch tới 10°C trong khi INT 69V chỉ có độ chênh 1 + 3°C. Một tác động ngắt được thực hiện qua role lưu lượng F9 mắc vào 2 vít đấu điện 1 và 2. Nếu 2 vít B1 và B2 không được nối với nhau thì sau khi thiết bị bảo vệ ngắt mạch, mạch không tự động đóng lại được mà phải ấn nút reset S2. Trên 2 nút đấu điện 1 và 2 có các tiếp điểm thường mở của reset lưu lượng F9, tiếp điểm thường đóng của role thời gian K1T và tụ điện mắc song song với nhau. Sau khi role nhiệt độ phòng B1 ở mạch 1 đóng, role thời gian K1T tác động. Sau 15 đến 20 giây tiếp điểm ở vít 1 - 2 mở. Trong thời gian đó lưu lượng dầu phải đạt mức yêu cầu và tiếp điểm role lưu lượng phải đóng để máy nén làm việc. Như vậy trong thời gian khởi động máy nén role thời gian nối tắt cho role lưu lượng.

Nếu do lưu lượng không đảm bảo, role lưu lượng ngắt mạch, sau 2 giây tiếp điểm 11 - 14 sẽ chuyển mạch sang 11 - 12. Dòng điện qua contactor máy nén bị ngắt và đèn báo sự cố H3 bật. Thời gian trễ 2 giây do tụ điện C1 tác động. Sau khi F9 ngắt thì tụ điện C1 nằm trong mạch mắc nối tiếp với cuộn dây role của tiếp điểm chuyển đổi 11 - 14 - 12. Do điện áp ở tụ không tăng tức thời mà tăng từ từ theo hàm mũ nên điện áp ở role cũng giảm từ từ. Trong trường hợp này sau 2 giây điện áp ở cuộn dây mới hạ xuống đến mức role nhả và tiếp điểm 11 chuyển sang 12 (sự cố). Việc thực hiện trễ thời gian bằng tụ chỉ với dòng điện 1 chiều. Dòng điện 1 chiều ở đây do INT 69VS tạo ra.

#### *Role thứ tự pha (F7)*

Đối với máy nén trục vít, nhất thiết phải chú ý đến thứ tự pha. Role thứ tự pha (F7) bảo vệ chức năng này. Khi không đúng thứ tự pha, role lập tức chuyển mạch vào



vị trí 11 - 14 và đèn báo sự cố H4 sáng lên. Role thứ tự pha cũng làm việc theo nguyên tắc dòng điện tĩnh.

*Khí cụ bảo vệ INT 390 (F8)*

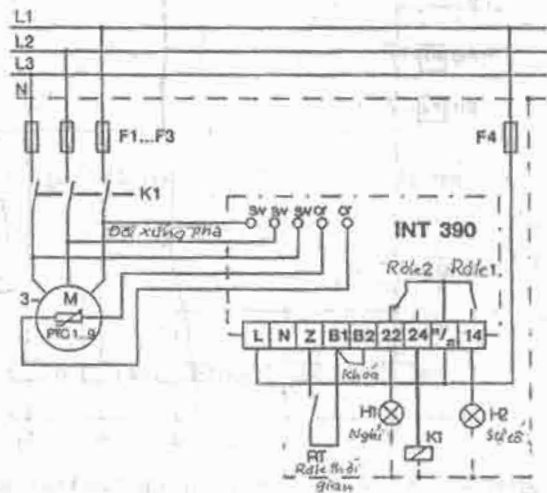
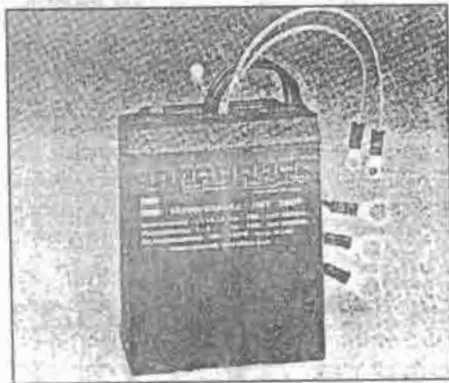
Khí cụ bảo vệ INT 390 (của hãng KRIWAN) bảo vệ nhiệt độ cuộn dây động cơ, nhiệt độ cuối tấm nén và sự đối xứng pha. Khí cụ có 2 role bên trong thực hiện 2 chức năng thời gian khác nhau (hình 2.68).

Các PTC thermistor bảo vệ cuộn dây động cơ và nhiệt độ cuối tấm nén cũng như bảo vệ pha của nguồn điện được nối vào khí cụ như hình vẽ. Nếu nối 2 kẹp B1 và B2 thì khí cụ giữ nguyên trạng thái sau khi tác động (trạng thái khóa). Trạng thái khóa này chỉ được loại bỏ khi tháo dây nối B1 và B2 hoặc ngắt điện khí cụ. Khi nhiệt độ ở các vị trí bảo vệ vượt quá mức cho phép, role 2 nhả còn role 1 hút. Máy nén ngừng và đèn H1, H2 sáng. Nếu có dây nối khóa kẹp B1 và B2 thì các role giữ nguyên trạng thái trên.

Khi đối xứng giữa các pha lớn hơn 15% thì role 2 cũng nhả và role 1 hút. Sau khoảng 5 phút, các role chuyển đổi vị trí, khí cụ tiến hành kiểm tra lại sự cố đối xứng giữa các pha xem có còn trực trực không.

Khi mất điện hoặc điện pháp phụ (thí dụ do contactor rung động), role 2 nhả chừng 5 phút.

Bằng cách tác động vào nút ấn S3 có thể giảm thời gian trễ xuống còn 1 giây.



Hình 2.68. Khí cụ bảo vệ INT 390 (Kriwan).

*Mạch điều khiển*

Ở mạch 11 có tiếp điểm role mức dầu. Khi mức dầu đủ, tiếp điểm đóng và cuộn dây K1A hút, đèn báo sự cố H5 ở mạch 10 tắt. Qua tiếp điểm thường mở K1A ở mạch 9, khi máy nén ngừng và role nhiệt độ dầu đóng thì thanh sườn dầu làm việc. Ở mạch 8, khi máy nén dừng van điện từ bypass mở (Y3 nối mạch). Tiếp điểm K1A ở mạch 7 đóng, role thời gian K3T tác động, tiếp điểm K3T ở mạch 1 đóng. Nếu như role nhiệt độ phòng B1 đóng cho máy nén làm việc, contactor đóng cho phần đầu cuộn dây làm việc. Đóng thời role K1T và K2T có điện. Role K2T đóng mạch 4 cho phần còn lại cuộn dây làm việc. Lúc này, van điện từ Y1 phun dầu (mạch 5) mở. Van điện từ Y2 (mạch 6)

202.822  
0.14.0  
2.22

cấp lỏng ở cùng với contactor của phần đầu cuộn dây. Chức năng của rơle thời gian KIT đã được mô tả cùng với khí cụ INT 69VS. Khi phần đầu cuộn dây đóng mạch thì Van điện từ Y3 cũng như thanh sườn dầu ngắt mạch. Nếu như trong 120 giây đầu tiên khi khởi động, mức dầu vẫn chưa đủ cao thì rơle K3T ngắt tiếp điểm (mạch 1) để máy nén ngừng làm việc. Nếu trong thời gian 120 giây, mức dầu đủ cao thì cuộn dây K1A hút, rơle thời gian KT3 có điện, tiếp điểm ở mạch 1 giữ ở trạng thái đóng.

Máy nén trục vít có thể khởi động bằng mạch đấu sao - tam giác hoặc khởi động trực tiếp kết hợp với quá trình hút kiệt. Điều chỉnh năng suất lạnh máy nén trục vít có thể sử dụng phương pháp điều khiển vòng quay với động cơ Dahlander.

Nguyên tắc điều khiển máy nén trục vít cũng như các thiết bị an toàn, bảo vệ về cơ bản là giống nhau. Tùy theo các ứng dụng cụ thể có thể có các đặc điểm riêng biệt mà các nhà chế tạo thường cho trong các catalog máy.

## 2.6. ĐIỀU KHIỂN TỐC ĐỘ VÒNG QUAY

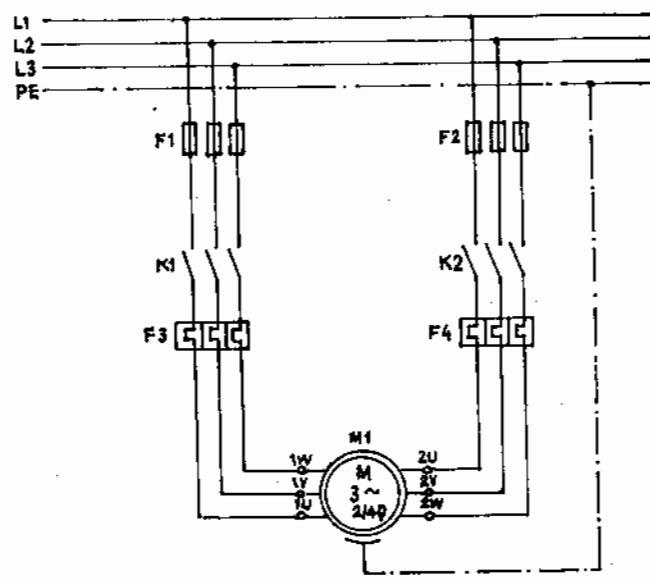
Tốc độ vòng quay của động cơ có thể thay đổi được khi thay đổi số cặp cực hoặc thay đổi tần số (phương trình 1.57). Các động cơ có tốc độ thay đổi liên tục qua máy biến tần mới chỉ được áp dụng cho hệ thống lạnh của máy điều hoà không khí kiểu VRV hãng DAIKIN (Nhật). Các động cơ có tốc độ thay đổi theo từng bậc do thay đổi cặp cực có thể gặp nhau nhiều hơn trong thực tế kể cả dùng cho máy nén để điều chỉnh năng suất lạnh và động cơ dùng cho dàn ngưng tụ để duy trì áp suất ngưng tụ không đổi. Dòng khởi động máy nén cũng nhỏ hơn khi khởi động tốc độ nhỏ trước.

Động cơ thay đổi tốc độ theo số cặp cực có 2 loại : Cuộn dây riêng biệt và cuộn dây kiểu Dahlander, có thể sử dụng cho máy nén, bơm và quạt dàn ngưng. Ở đây chủ yếu đề cập đến động cơ hai tốc độ cho máy nén.

### 2.6.1. Cuộn dây riêng biệt

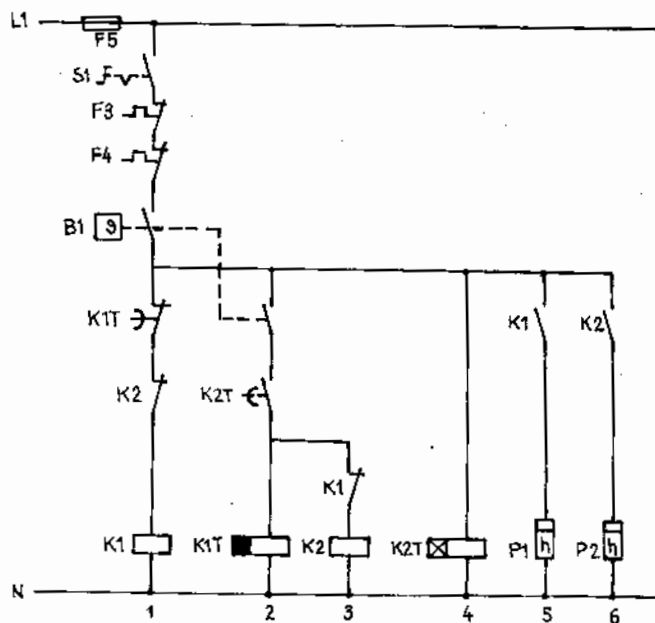
Các động cơ có các cuộn dây riêng biệt với số cặp cực khác nhau. Các đầu dây của các cuộn dây cho từng tốc độ được bố trí riêng biệt trong hộp đấu dây. Mỗi tốc độ cần một contactor riêng biệt. Hình 2.69 giới thiệu mạch chính của một động cơ 2 tốc độ với các cuộn dây riêng biệt.

K1 đóng mạch động cơ vòng quay chậm và K2 vòng quay nhanh. Khi đấu điện, cần lưu ý rằng hai tốc độ phải cùng có một chiều quay. Khi chuyển động cơ từ vòng quay lớn xuống vòng quay nhỏ, không thể tiến hành tức thì mà cần một rơle trễ thời gian điều khiển. Đầu tiên phải ngắt điện áp cho động cơ và chờ một thời gian để tốc độ giảm xuống ngang với tốc độ nhỏ của động cơ mới nối mạch. Khi khởi động, cuộn dây tốc độ thấp được nối điện trước và khi đạt tốc độ định mức mới chuyển sang tốc độ cao. Hình 2.70 giới thiệu mạch điều khiển của động cơ 2 tốc độ với cuộn dây riêng biệt, luôn khởi động với cuộn dây tốc độ thấp. Một rơle nhiệt độ hai bậc chuyển mạch sang tốc độ cao.



Hình 2.69. Mạch chính của một động cơ 2 tốc độ với các cuộn dây riêng biệt.





**Hình 2.70.** Mạch điều khiển của động cơ 2 tốc độ với cuộn dây riêng biệt :

- F3 - Rơle nhiệt tốc độ thấp
- F4 - Rơle nhiệt tốc độ cao
- F5 - Cầu chì
- S1 - Công tắc đóng mạch
- B1 - Rơle nhiệt độ phòng 2 cấp
- K1 - Contactor tốc độ thấp
- K2 - Contactor tốc độ cao
- K1T - Rơle thời gian chuyển về tốc độ thấp
- K2T - Rơle thời gian khởi động
- P1 - Đồng hồ đếm giờ tốc độ thấp
- P2 - Đồng hồ đếm giờ tốc độ cao.

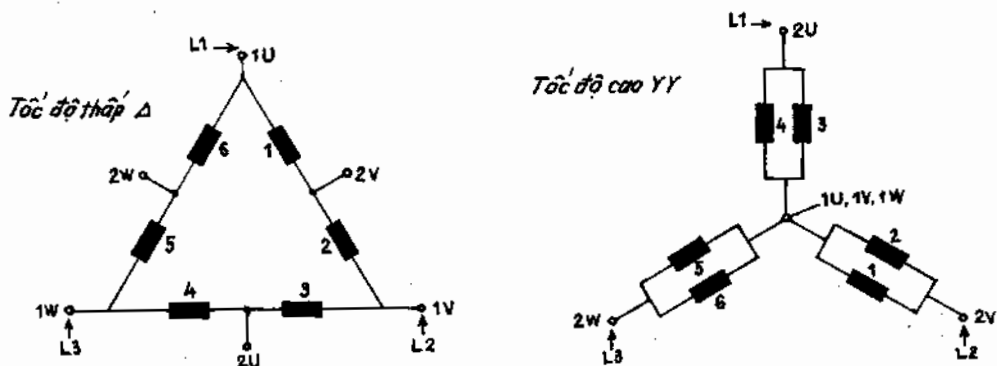
S1 đóng mạch, B1 đóng mạch (mạch 1), K1 hút, máy nén khởi động với tốc độ thấp. Khi nhiệt độ cao, B1 đóng mạch (mạch 2), K2 hút khi thời gian đặt ở rơle thời gian K2T trôi qua. Đầu tiên rơle thời gian K1T (mạch 2) hút, ngắt tiếp điểm ở mạch 1 của K1 tốc độ thấp. Khi K1 nhả, K2 ở mạch 3 hút và máy nén làm việc với tốc độ cao.

Tiếp điểm 2 của B1 (mạch 2) ngắt khi nhiệt độ hạ xuống dưới mức yêu cầu. K2 và K1T mất điện. Đầu tiên máy nén ngừng, nhưng vì contactor của tốc độ thấp lại hút trở lại khi thời gian đặt ở K1T trôi qua. K1T phải đóng mạch khi tốc độ vòng quay giảm xuống khoảng tốc độ thấp khi động cơ không có điện.

Khi sử dụng tốc độ thấp để khởi động (với mục đích hạn chế dòng khởi động) cần chú ý là luôn phải đóng mạch cho tốc độ thấp trước, đặc biệt khi rơle nhiệt độ 2 cấp đóng mạch cả 2 tiếp điểm. Chức năng trên do rơle thời gian K2T (mạch 4) đảm nhiệm, đóng trễ thời gian tiếp điểm ở mạch 2 để cuộn dây tốc độ cao luôn được nối mạch sau. Các đồng hồ đếm thời gian P1 và P2 dùng để đếm thời gian vận hành máy ở tốc độ thấp và tốc độ cao.

### 2.6.2. Cuộn dây kiểu Dahlander

Hình 2.71 giới thiệu phương pháp đấu dây kiểu Dahlander thường được áp dụng cho các máy nén lạnh chế tạo tại Mỹ.



**Hình 2.71.** Cuộn dây 2 tốc độ kiểu Dahlander.

Ưu điểm của kiểu Dahlander là không cần cuộn dây thứ 2. Các cuộn dây ở đây được chia làm 2 phần riêng biệt bằng nhau. Tất cả các đầu dây được đưa ra hộp đấu dây. Ở tốc độ thấp các cuộn dây được bố trí theo mạch đấu hình tam giác và ở tốc độ cao chúng được bố trí thành 2 hình sao. Các đầu dây được đấu như hình vẽ.

Giống như cách đấu sao - tam giác, mạch Dahlander cần 3 contactor để điều khiển: Một dùng cho tốc độ thấp nối vào các kếp 1U, 1V và 1W; ở tốc độ cao một contactor dùng để nối các kếp 1U, 1V và 1W, Contactor thứ 3 nối mạch cho các kếp 2U, 2V và 2W (xem hình 2.72).

Role nhiệt đặt theo dòng điện định mức của từng tốc độ. Khi nối điện cần đặc biệt chú ý 2 tốc độ phải cùng có chiều quay.

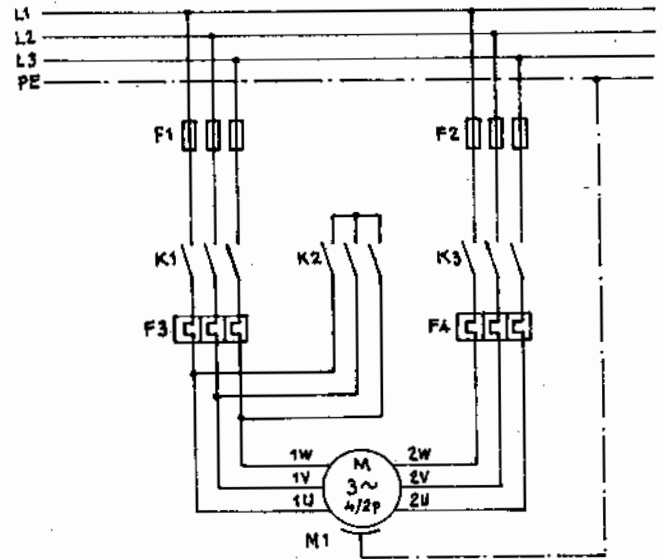
Có thể sử dụng động cơ Dahlander lắp cho máy nén trục vít. Sơ đồ mạch điều khiển cần thay đổi chút ít so với sơ đồ mạch biểu diễn trên hình 2.66 để phù hợp với động cơ Dahlander.

Hình 2.73 giới thiệu một sơ đồ điều khiển máy nén trục vít có điều chỉnh tốc độ. Các khí cụ và thiết bị an toàn giống như hình 2.69. Trong sơ đồ mạch chính người ta nhận ra một cách dễ dàng động cơ Dahlander. F2 bảo vệ ngắn mạch cho cả 2 tốc độ. INT 390 phải bảo vệ đối xứng pha cho cả 2 tốc độ nên cần thiết phải có K2A để nối mạch cho động cơ ở cả 2 tốc độ.

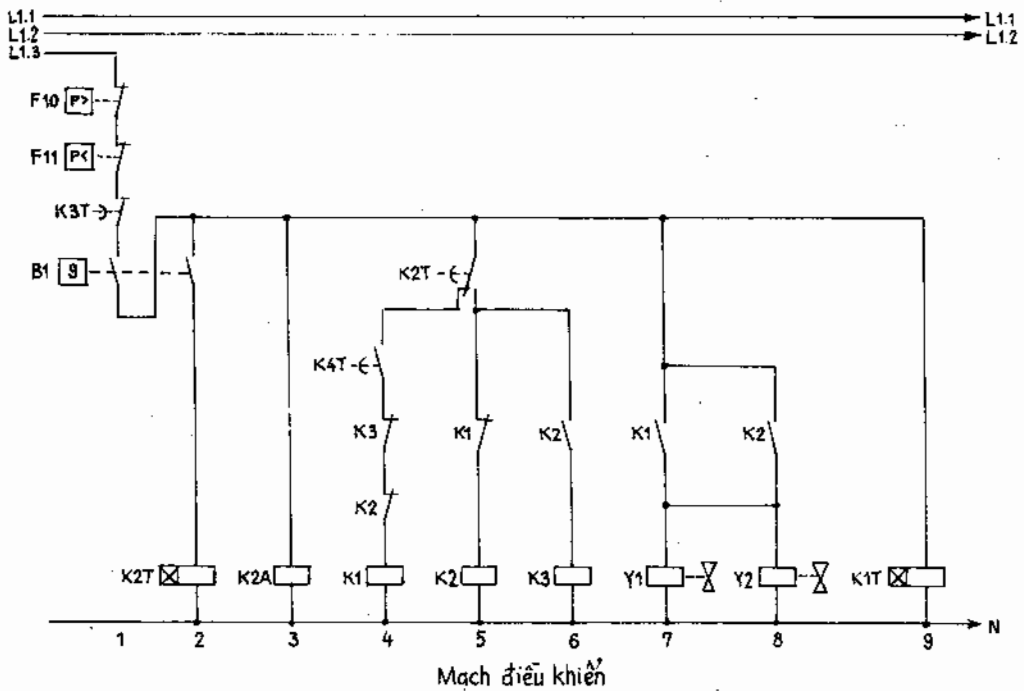
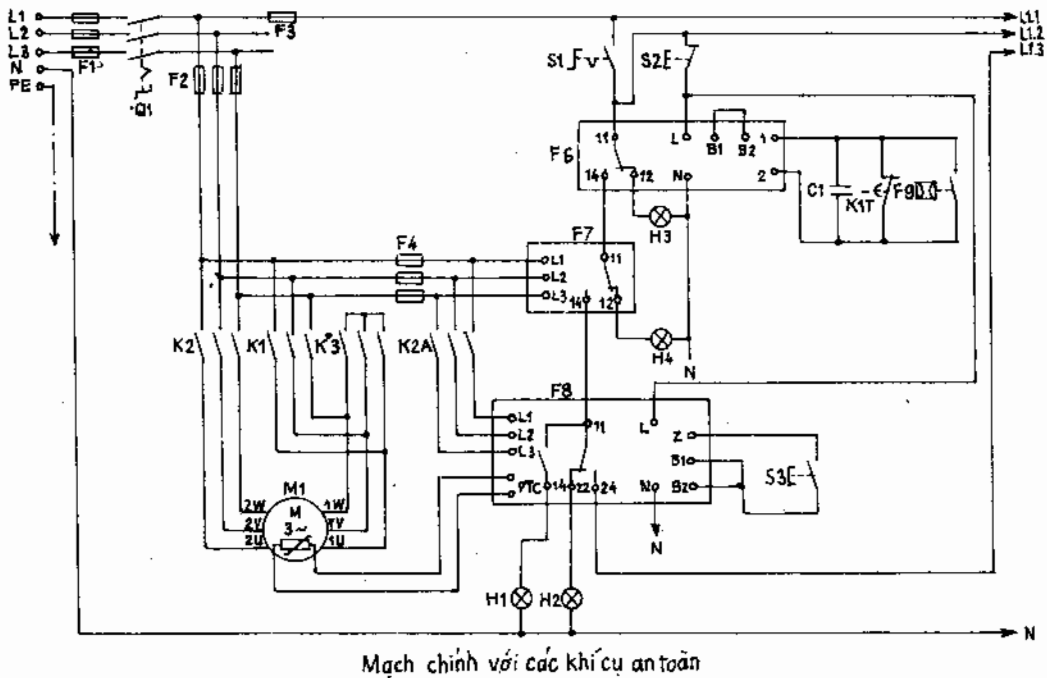
Trong mạch điều khiển, role nhiệt độ phòng 2 cấp đóng cấp 1 (tốc độ thấp) ở mạch 1, K2A hút bảo vệ đối xứng pha. Nếu đóng mạch S1 và thời gian ở role thời gian K4T trôi qua thì K1 đóng mạch cho máy nén làm việc ở tốc độ thấp. Tiếp điểm của K1 ở mạch 7 đóng mạch cho các van điện tử phun dầu và cấp lỏng. Khi mở các tiếp điểm thường đóng K1 mạch 12 và 13 thì van điện tử cho bypass khi dừng Y3 và sưởi dầu E1 ngắt.

Nếu B1 đóng mạch cấp 2 (tốc độ cao) ở mạch 2, K2T có điện áp. K2T chuyển mạch ở mạch 5 sau khoảng 300 giây. Thời gian trễ đó để máy nén hoạt động một thời gian tối thiểu ở cấp 1. Ở đây cũng cần tránh chuyển ngay sang tốc độ cao. Khi đã chuyển mạch, K1 nhả và K2, K3 hút. Van điện tử Y1 và Y2 vẫn có điện vì tiếp điểm K2 ở mạch 8 vẫn đóng. Van điện tử Y3 và sưởi dầu E1 bị ngắt mạch do tiếp điểm thường đóng K2 ở mạch 12 mở.

Khi đạt được nhiệt độ cấp 2, B1 ngắt tiếp điểm ở mạch 2 và ngắt K2T. Tiếp điểm K2T chuyển về mạch 5. K2 và K3 của tốc độ cao nhả, nhưng K1 của tốc độ thấp chỉ đóng khi mà role thời gian K4T ở mạch 10 đóng để tiếp điểm K4T ở mạch 4 đóng. Thời gian đặt ở K4T khoảng 150ms nhằm mục đích tốc độ động cơ giảm xuống bằng khoảng tốc độ thấp. Trong thời gian 150ms động cơ không có điện.



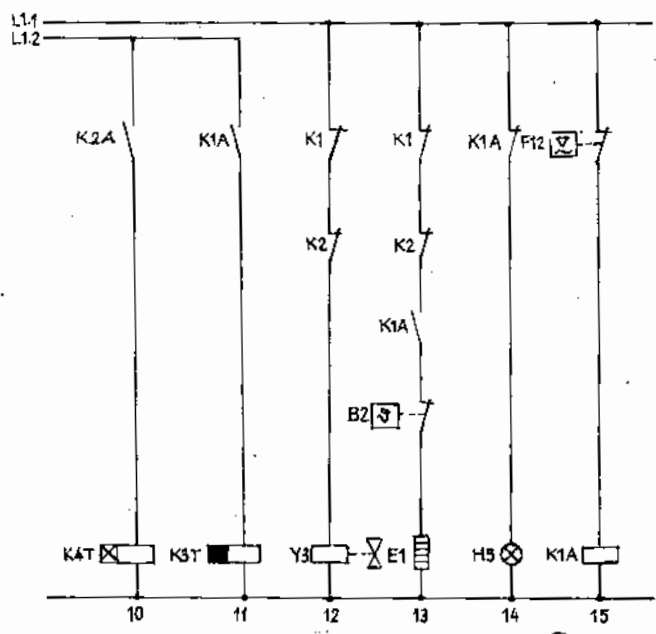
Hình 2.72. Mạch điện chính của động cơ 2 tốc độ cuộn dây bố trí kiểu Dahlander:  
Tốc độ thấp: K1 nối mạch  
Tốc độ cao: K2 và K3 nối mạch.



Hình 2.73. Mạch chính và mạch điều khiển của máy nén trực vít với động cơ Dahlander 2 tốc độ :

- F1 - Cầu chì chính
- F2 - Cầu chì máy nén
- F3 - Cầu chì mạch điều khiển
- F4 - INT 390 bảo vệ ngắn mạch và bảo vệ thứ tự pha
- F6 - Khí cụ ngắt mạch INT69VS
- F7 - Rơle thứ tự pha
- F8 - Khí cụ ngắt mạch INT390
- F9 - Rơle lưu lượng phun dầu
- F10 - Rơle áp suất cao
- F11 - Rơle áp suất thấp
- F12 - Rơle mức dầu
- Q1 - Công tắc chính
- S1 - Công tắc điều khiển
- S2 - Nút ấn reset sự cố dầu và động cơ
- S3 - Nút ấn điều chỉnh thời gian trễ
- K1 - Contactor tốc độ thấp
- K2 - Contactor tốc độ cao
- K3 - Contactor tốc độ cao
- K1A - Contactor rơle mức dầu

- K2A - Contactor INT 390 đối xứng pha
- K1T - Rơle thời gian của rơle lưu lượng
- K2T - Rơle thời gian tốc độ cao
- K3T - Rơle thời gian mức dầu
- K4T - Rơle thời gian trở về tốc độ thấp
- Y1 - Van điện tử phun dầu phun lỏng
- Y2 - Van điện tử phun lỏng
- Y3 - Van điện tử Bypass khi dừng máy
- H1 - Đèn báo sự cố nhiệt độ quá cao và mất pha
- H2 - Đèn báo sự cố thời gian nghỉ
- H3 - Đèn báo sự cố lưu lượng dầu
- H4 - Đèn báo sự cố thứ tự pha
- H5 - Đèn báo sự cố mức dầu
- B1 - Rơle nhiệt độ phòng 2 cấp
- B2 - Rơle nhiệt độ dầu
- E1 - Suối dầu
- C1 - Tự điện trễ thời gian cho rơle lưu lượng dầu
- M1 - Máy nén với động cơ Dahlander



## 2.7. MỘT VÀI SƠ ĐỒ ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG LẠNH

*Thí dụ 2.14 :*

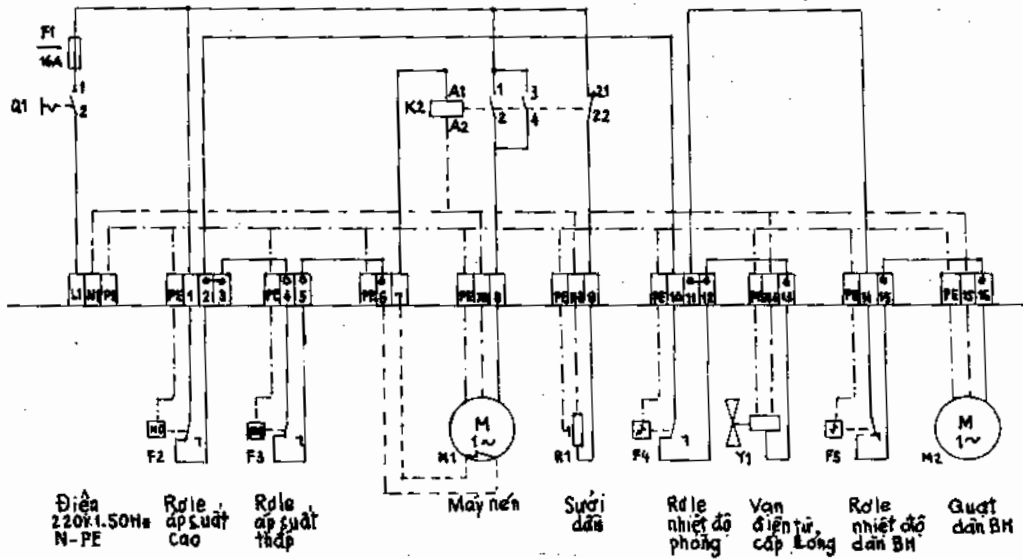
Hệ thống lạnh sử dụng máy nén một pha, nhiệt độ trên  $0^{\circ}\text{C}$  do đó không có điện trở phá băng. Động cơ máy nén 2,2 kW. Tủ điện sử dụng có điện trở công tắc chính có khóa, một cầu chì chính 16A và một contactor cho máy nén. Máy nén làm việc với mạch pump down và động cơ quạt dàn bay hơi được điều khiển bằng một role nhiệt độ.

Hãy thiết kế sơ đồ mạch theo kiểu tổng hợp cả mạch chính, phụ và thanh kẹp. Hãy thiết kế sơ đồ mạch điều khiển và sơ đồ thanh kẹp riêng.

*Giải :*

Hình 2.74 giới thiệu sơ đồ mạch kiểu tổng hợp và hình 2.75 giới thiệu sơ đồ mạch điều khiển và sơ đồ thanh kẹp.

Role áp suất thấp F3 thực hiện đồng thời nhiệm vụ cho mạch pump down và bảo vệ áp suất thấp. Hai role nhiệt độ đều mang ký hiệu B vì có cùng chức năng. So sánh 2 sơ đồ, ta thấy sơ đồ hình 2.75 trực quan hơn và dễ theo dõi hơn.



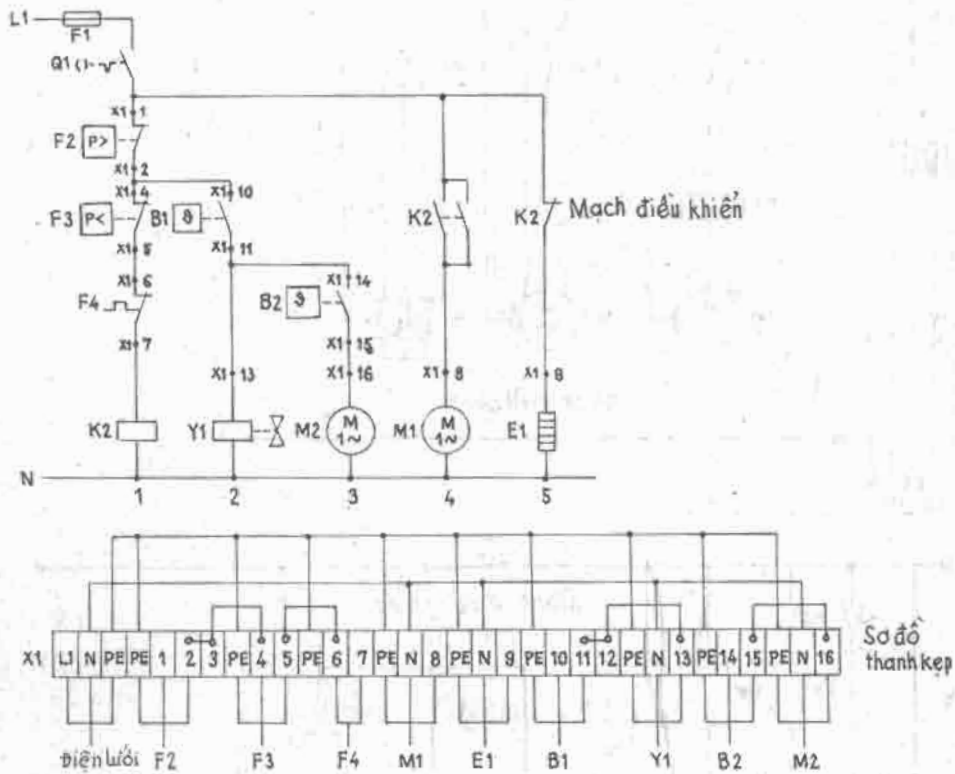
Hình 2.74. Sơ đồ mạch chính, mạch điều khiển và thanh kẹp của một hệ thống lạnh được sản xuất hàng loạt (Fischer - CHLB Đức)

- |   |                                       |                            |
|---|---------------------------------------|----------------------------|
| F1 - Cầu chì chính ;                      | B1 - Role nhiệt độ phòng              | M2 - Động cơ quạt dàn lạnh |
| F2 - Role áp suất cao                     | B2 - Role nhiệt độ quạt dàn bay hơi ; | E1 - Suối dầu ;            |
| F3 - Role áp suất thấp ;                  | Y1 - Van điện tử cấp lỏng ;           | Q1 - Công tắc chính ;      |
| F4 - Role bảo vệ lắp phía trong động cơ ; | M1 - Máy nén lỏng ;                   | K2 - Contactor máy nén     |

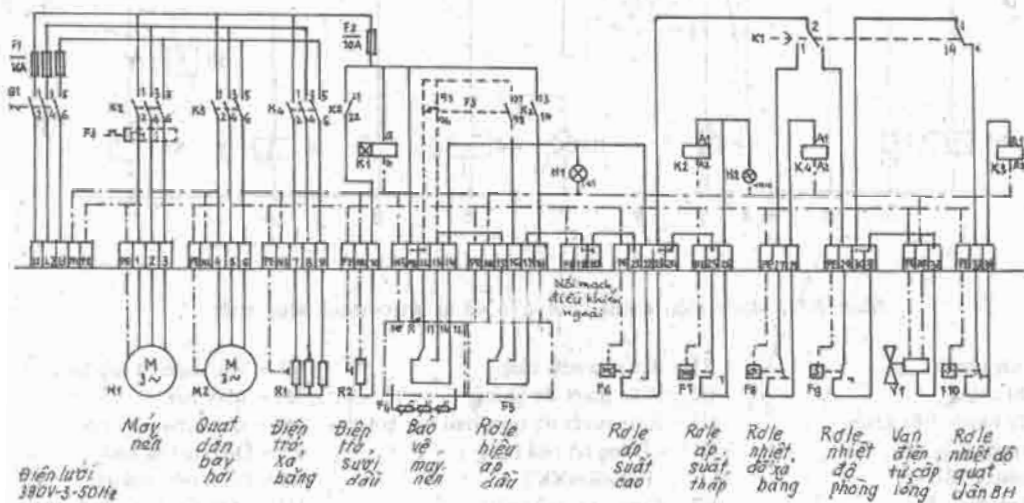
*Thí dụ 2.15 :* Thí dụ này đưa ra là để làm sáng tỏ hơn tính trực quan của sơ đồ. Hình 2.76 giới thiệu sơ đồ điều khiển một hệ thống lạnh nhiệt độ lạnh sâu dùng điện ba pha có điện trở phá băng. Tủ điều khiển gồm có :

- 1 công tắc chính khóa được,
- 3 cầu chì chính 16 A,
- 1 cầu chì mạch điều khiển 10A,
- 1 contactor cho máy nén,
- 1 contactor cho điện trở phá băng,

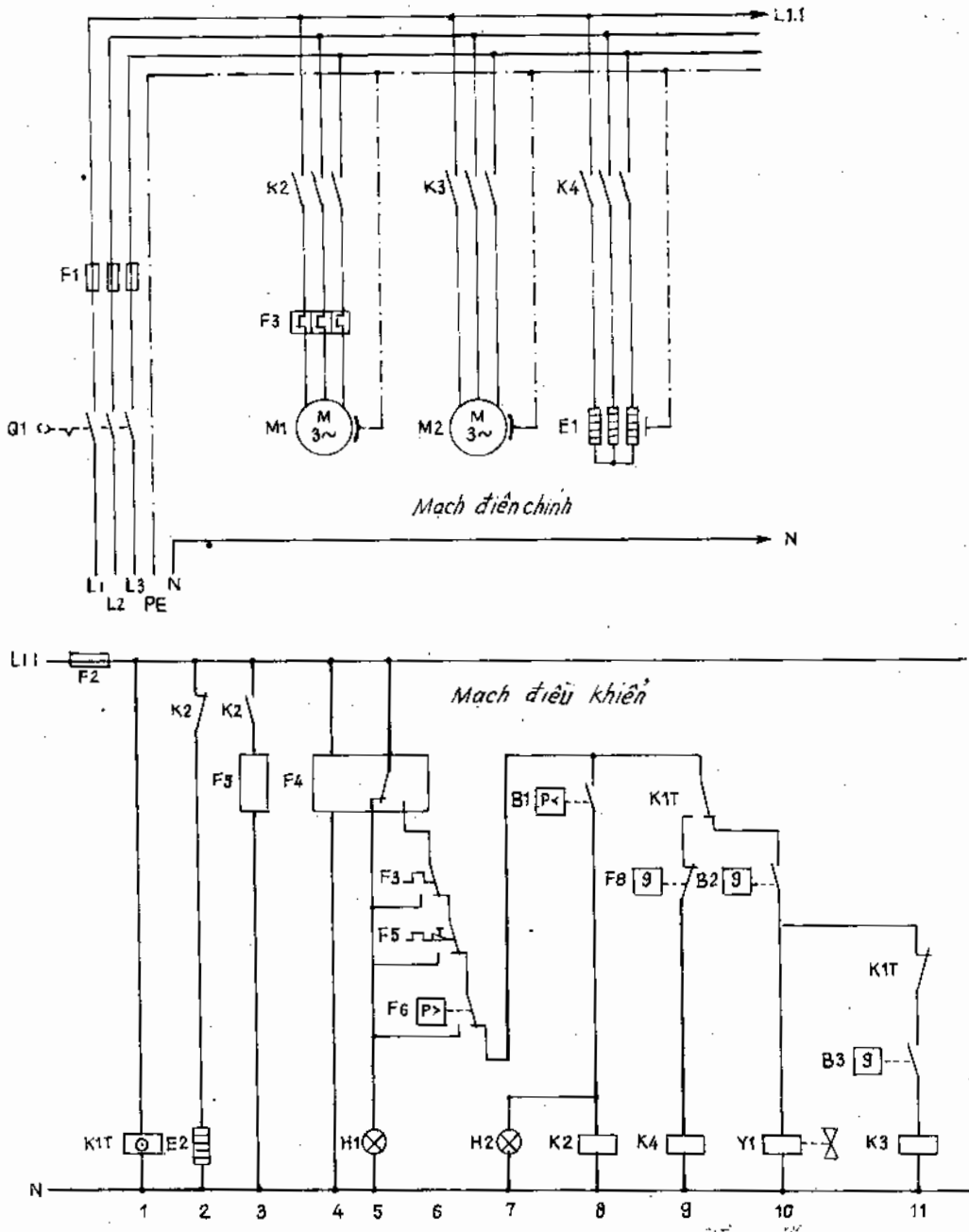
- 1 contactor cho động cơ quạt dàn bay hơi,
- 1 đồng hồ phá băng PolarRex KKT,
- 2 đèn báo "máy nén ON" và "sự cố chung",
- 1 rơle nhiệt cho máy nén.



Hình 2.75. Sơ đồ mạch điều khiển và thanh kẹp.



Hình 2.76. Sơ đồ tủ điều khiển một máy lạnh điện ba pha, lạnh sâu (Fischer).



Hình 2.77. Mạch điều khiển hình 2.76 vẽ lại theo mạch khai triển :

Q1 - Công tắc chính

F1 - Cầu chì chính

F2 - Cầu chì mạch điều khiển

F3 - Rơle nhiệt máy nén

F4 - Thermistor bảo vệ

F5 - Rơle hiệu áp dầu

F6 - Rơle áp suất cao

F8 - Rơle nhiệt độ phá băng

B1 - Rơle áp suất thấp

B2 - Rơle nhiệt độ phòng

B3 - Rơle nhiệt độ quạt dàn bay hơi

K1T - Đồng hồ phá băng

PolarResKKT

K2 - Contactor máy nén

K3 - Contactor quạt dàn bay hơi

K4 - Contactor phá băng

Y1 - Van điện từ cấp lỏng

M1 - Máy nén

M2 - Quạt dàn bay hơi

E1 - Điện trở xả băng

E2 - Điện trở sưởi dầu

H1 - Đèn báo "sự cố chung"

H2 - Đèn báo "Máy nén ON".

Sơ đồ biểu diễn trên hình 2.76 chỉ có ưu điểm khi đấu dây vào thanh kẹp. Để có thể hiểu sơ đồ điều khiển trên một cách dễ dàng phải vẽ lại theo mạch khai triển (xem hình 2.77).

Role nhiệt F3 trên hình 2.76 được bố trí trước thermistor F4, nhưng để tránh các mạch cắt nhau, ở hình khai triển F3 được bố trí sau F4. Các khí cụ an toàn từ F3 đến F6 nằm trên một chuỗi an toàn có chung một đèn báo sự cố và không có reset.

Trên sơ đồ mạch chính có thể nhận thấy là máy nén, quạt dàn ngưng và điện trở phá băng không có cầu chì riêng mà chỉ có cầu chì chung F1.

Thời gian trễ của quạt dàn bay hơi một mặt do role nhiệt độ dàn bay hơi đảm nhiệm, một mặt do tiếp điểm ngắt trễ của đồng hồ phá băng KKT đảm nhiệm. Khi đó, quạt dàn bay hơi chỉ hoạt động khi B2 đóng mạch. Nếu quạt dàn lạnh vẫn phải tiếp tục hoạt động vì trong dàn bay hơi còn trữ nhiều lạnh ngay cả khi B2 đã ngắt thì phải bố trí mạch điều khiển quạt trước role nhiệt độ phòng B2. Khi đó phải ngắt mạch nối kẹp 30 - 31 và nối mạch 24 - 30 trên hình 2.76.

Nếu sử dụng role áp suất cao thấp kết hợp (kiểu 1 khối) cần phải lưu ý rằng hệ thống tiếp điểm của role áp suất kết hợp phải được bố trí riêng rẽ cho mạch pump down.

#### Thí dụ 2.16 :

Một hệ thống lạnh nhiệt độ thấp gồm :

- Máy nén ba pha, mạch pump out có giảm tải khi khởi động. Van giảm tải được đóng mạch 2 giây sau khi chuyển vào mạch đấu tam giác của máy nén. Để hạn chế dòng khởi động, mạch khởi động thiết kế theo kiểu sao - tam giác. Máy nén có bố trí bộ sưởi dầu, bộ sưởi dầu làm việc khi máy nén ngừng.

- Quạt dàn ngưng kiểu ba pha, khởi động trực tiếp và được điều khiển trực tiếp bằng một role nhiệt độ dàn ngưng.

- Điện trở phá băng mắc theo kiểu sao. Quá trình phá băng được thực hiện qua đồng hồ phá băng PolarRex KIT. Điện trở phá băng chỉ làm việc khi máy nén ngừng hoạt động. Kết thúc quá trình phá băng bằng một role nhiệt độ phá băng.

- Trong chuỗi an toàn có : role nhiệt bảo vệ quá tải máy nén ; role nhiệt bảo vệ quá tải quạt dàn bay hơi ; role áp suất cao an toàn. Cả ba khí cụ trên có chung 1 đèn báo sự cố và nút reset.

- Các đèn báo : "Máy nén ON" ; "Xả băng" ; "Sự cố chung".

- Hệ thống lạnh có một công tắc chính 3 cực khóa được và có thêm một công tắc mạch điều khiển cho mạch điều khiển.

- Cầu chì : cầu chì chính, cầu chì mạch điều khiển, cầu chì các khí cụ.

- Khi bật công tắc chính cần bố trí cả 3 đèn báo pha đều bật sáng.

Hãy thiết kế mạch điện chính và mạch điều khiển.

#### Giải :

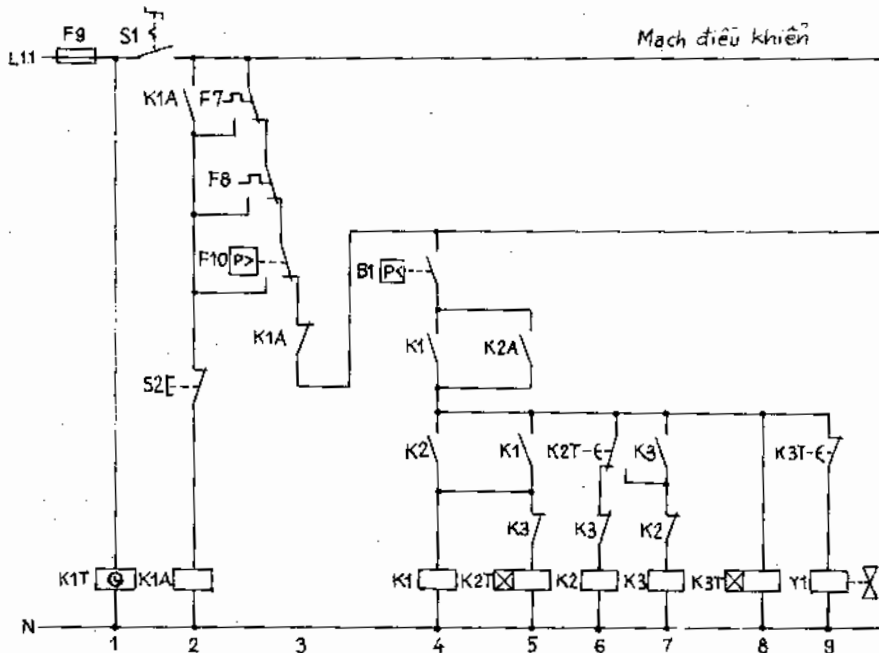
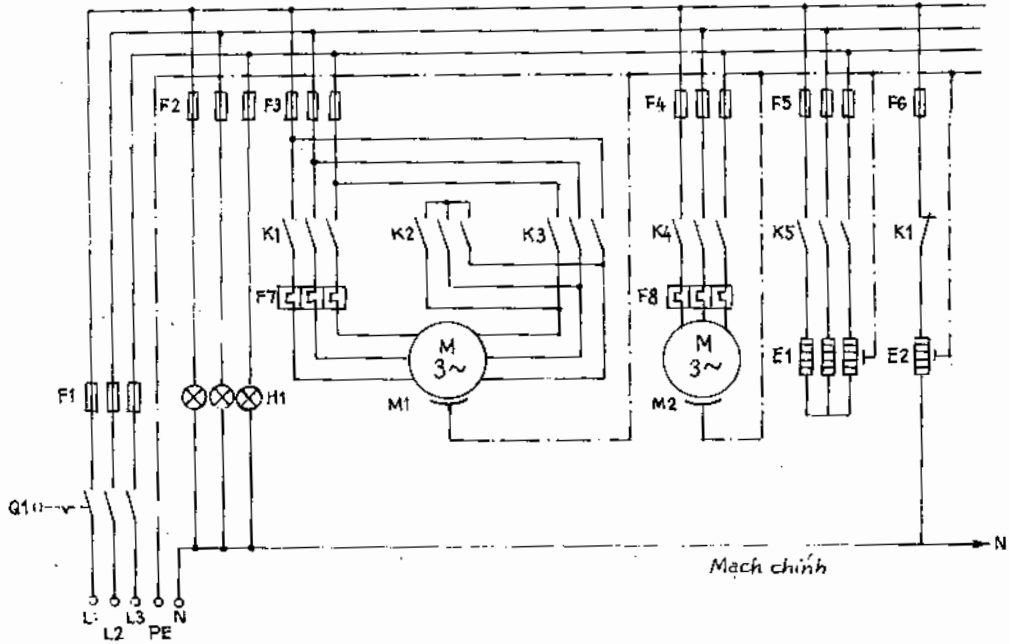
Hình 2.78 giới thiệu mạch điện chính và mạch điều khiển của hệ thống lạnh thí dụ 2.16.

#### Ghi chú :

Trong mạch điều khiển, đồng hồ phá băng được bố trí trước công tắc mạch điều khiển nhưng sau cầu chì mạch điều khiển. Bố trí như vậy có ưu điểm là đồng hồ không làm việc với hành trình dự trữ (hành trình dự trữ là đồng hồ làm việc thêm một thời gian nhất định dù không có điện áp) khi ngắt mạch và như vậy không cần phải đặt lại đồng hồ. Khi tháo cầu chì mạch điều khiển thì toàn bộ mạch điều khiển không còn điện áp.

Ở mạch 2 và 3 có các khí cụ an toàn của chuỗi an toàn với đèn báo sự cố chung và contactor reset K1A cũng như nút ấn reset S2. Mạch 4 đến mạch 11 biểu diễn mạch điều khiển của cách đấu sao - tam giác với giảm tải máy nén khi khởi động và mạch pump out. Ở mạch 10 có thêm tiếp điểm thường đóng của contactor phụ K3A. Tiếp điểm này dùng để đáp ứng điều kiện là điện trở phá băng chỉ hoạt động khi đã dừng máy nén.





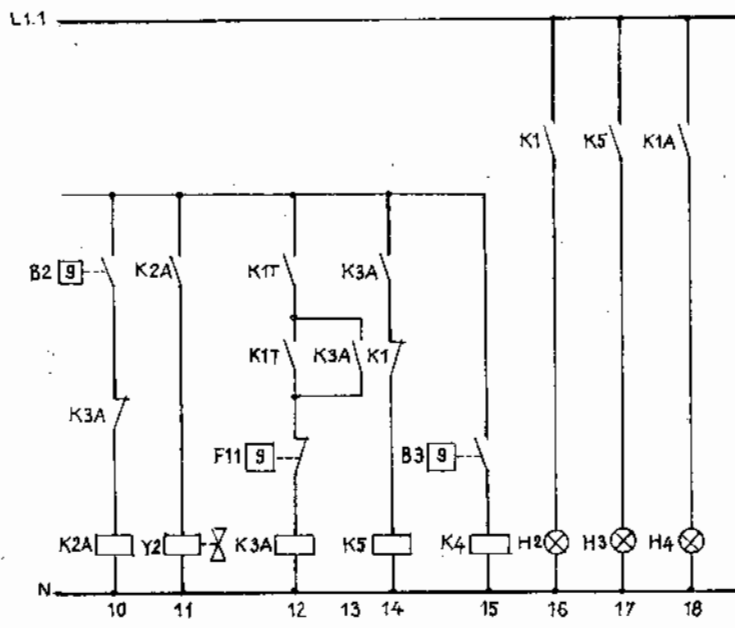
Hình 2.78. Mạch chính và mạch điều khiển của thí dụ 2.16.

82-82  
89-89  
228-228

- F1 - Cầu chì chính
- F2 - Cầu chì đèn báo pha
- F3 - Cầu chì máy nén
- F4 - Cầu chì quạt dàn bay hơi
- F5 - Cầu chì phá băng
- F6 - Cầu chì sưởi dầu
- F7 - Rơle nhiệt máy nén
- F8 - Rơle nhiệt quạt dàn bay hơi
- F9 - Cầu chì mạch điều khiển
- F10 - Rơle áp suất cao an toàn
- F11 - Rơle nhiệt độ phá băng.
- B1 - Rơle áp suất thấp
- B2 - Rơle nhiệt độ phòng

- B3 - Rơle nhiệt độ quạt dàn bay hơi
- Q1 - Công tắc chính
- S1 - Công tắc mạch điều khiển
- S2 - Nút ấn reset
- K1 - Contactor điện lưới máy nén
- K2 - Contactor máy nén sao
- K3 - Contactor máy nén tam giác
- K4 - Contactor quạt dàn bay hơi
- K5 - Contactor sưởi dầu
- K1T - Đồng hồ phá băng
- K2T - Rơle thời gian λ - Δ máy nén
- K3T - Rơle thời gian giảm tải khởi động

- K1A - Bảo vệ có reset sự cố chung
- K2A - Contactor pump out
- K3A - Contactor phụ phá băng khi dừng máy nén
- M1 - Máy nén
- M2 - Quạt dàn bay hơi
- E1 - Điện trở phá băng
- E2 - Điện trở sưởi dầu.
- H1 - Đèn báo pha
- H2 - Đèn báo "Máy nén ON"
- H3 - Đèn báo "Phá băng"
- H4 - Đèn báo "Sự cố chung"



Quạt dàn bay hơi chỉ làm việc khi role nhiệt độ dàn bay hơi B3 đóng mạch nghĩa là chỉ làm việc theo nhiệt độ của các tấm dàn bay hơi. Nếu các tấm dàn bay hơi, ngay cả ở thời kỳ đầu phá băng vẫn còn đủ lạnh, thì quạt vẫn làm việc. Khi nhiệt độ trong dàn tăng lên khi phá băng thì role nhiệt độ B3 mới ngắt quạt và chỉ đóng mạch lại cho hoạt động khi nhiệt độ đủ thấp để quạt khô chuyển hơi nóng khi phá băng và nước xả khi phá băng vào phòng lạnh.

Ở các mạch 16, 17 và 18 bố trí các đèn báo "Máy nén ON" H2, "Xả băng" H3 và "Sự cố chung" H4.

**Thí dụ 2.17 :**

Một máy lạnh nhiệt độ thấp có 2 dàn bay hơi, với các yêu cầu sau :

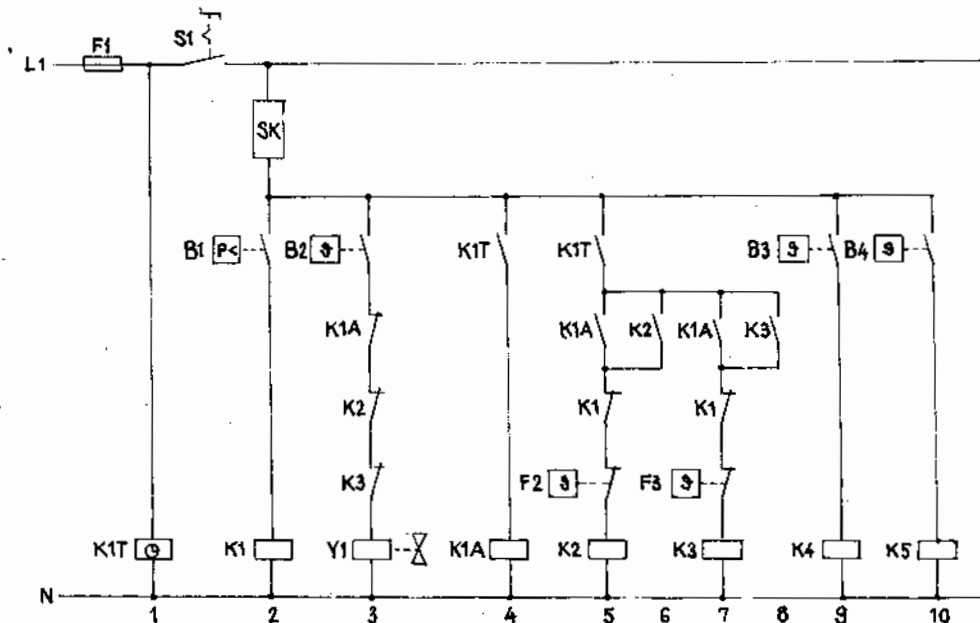
- Máy nén có mạch điều khiển trực tiếp pump down. Mỗi dàn bay hơi được điều khiển qua một role nhiệt độ dàn bay hơi. Cả hai dàn được trang bị điện trở phá băng. Việc phá băng của cả hai dàn được điều khiển bởi 1 đồng hồ phá băng kiểu PolarRex KIT.

- Mỗi dàn bay hơi có một role nhiệt độ phá băng riêng có thể kết thúc quá trình phá băng của dàn bay hơi đó, trong khi dàn bay hơi còn lại vẫn trong quá trình phá băng. Nghĩa là với 1 đồng hồ phá băng, cả hai dàn cùng bắt đầu quá trình phá băng nhưng kết thúc quá trình phá băng có thể vào các thời gian khác nhau.

- Quá trình phá băng chỉ được bắt đầu khi máy nén đã ngừng hoạt động. Hãy thiết kế mạch điều khiển.

**Giải :**

Hình 2.79 giới thiệu sơ đồ mạch điều khiển của thí dụ 2.17.



**Hình 2.79.** Mạch điều khiển cho thí dụ 2.17 :

- |                                   |                               |                               |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| F1 - Cầu chì mạch điều khiển      | B4 - Role nhiệt độ quạt dàn 2 | K3 - Contactor điện trở dàn 2 |
| F2 - Role nhiệt độ phá băng dàn 1 | K1T - Đồng hồ phá băng KIT    | K4 - Contactor quạt dàn 1     |
| F3 - Role nhiệt độ phá băng dàn 2 | PolarRex                      | K5 - Contactor quạt dàn 2     |
| B1 - Role áp suất thấp            | K1A - Contactor phá băng      | Y1 - Van điện từ cấp lỏng     |
| B2 - Role nhiệt độ phòng          | K1 - Contactor máy nén        | S1 - Công tắc điều khiển.     |
| B3 - Role nhiệt độ quạt dàn 1     | K2 - Contactor điện trở dàn 1 |                               |

## TỰ ĐỘNG HÓA HỆ THỐNG LẠNH

### CHƯƠNG 3

## NHIỆM VỤ, SƠ ĐỒ, THUẬT NGỮ, PHÂN LOẠI

### 3.1. ĐẠI CƯƠNG

Tự động hóa hệ thống lạnh là trang bị cho hệ thống lạnh, các dụng cụ mà nhờ những dụng cụ đó có thể vận hành toàn bộ hệ thống lạnh hoặc từng phần thiết bị một cách tự động, chắc chắn, an toàn và với độ tin cậy cao mà không cần sự tham gia trực tiếp của công nhân vận hành.

Càng ngày các thiết bị tự động hóa càng được phát triển và hoàn thiện, việc vận hành hệ thống lạnh bằng tay càng được thay thế bằng các hệ thống tự động hóa một phần hoặc toàn phần. Các hệ thống lạnh cỡ nhỏ và trung thường được tự động hóa hoàn toàn, hoạt động tự động hàng tháng thậm chí hàng năm không cần công nhân vận hành. Các hệ thống lạnh lớn đều có trung tâm điều khiển, điều chỉnh, báo hiệu và bảo vệ.

Khi thiết kế một hệ thống lạnh bao giờ cũng phải thiết kế theo phụ tải lạnh lớn nhất ở chế độ vận hành không thuận lợi nhất như mức nhập hàng là cao nhất, tần số mở cửa buồng lạnh là lớn nhất, nhiệt độ bên ngoài là cao nhất, khí hậu khác nghiệt nhất... nên phần lớn thời gian trong năm hệ thống lạnh chỉ chạy với một phần tải.

Mặt khác, khi thiết kế hệ thống lạnh phần lớn các thiết bị được lựa chọn từ các sản phẩm đã được chế tạo sẵn, do đó sự phù hợp giữa các thiết bị trong hệ thống máy nén chỉ ở mức độ nhất định, do đó các thiết bị tự động cần phải tạo ra sự hoạt động hài hoà giữa các thiết bị và đáp ứng nhu cầu lạnh tương ứng với các điều kiện vận hành do bên ngoài tác động vào như điều kiện thời tiết, xuất nhập hàng...

Nói tóm lại, trong quá trình vận hành hệ thống lạnh, nhiệt độ của đối tượng cần làm lạnh thường bị biến động do tác động của những dòng nhiệt khác nhau từ bên ngoài vào hoặc ngay từ bên trong buồng lạnh. Giữ cho nhiệt độ này không đổi hay thay đổi trong phạm vi cho phép là một nhiệm vụ của điều chỉnh máy lạnh. Đôi khi việc điều khiển những quá trình công nghệ lạnh khác nhau lại phải làm thay đổi nhiệt độ, độ ẩm và đại lượng vật lý khác theo một chương trình nhất định.

Hệ thống tự động có chức năng điều khiển toàn bộ sự làm việc của máy lạnh, duy trì được chế độ vận hành tối ưu và giảm tổn hao sản phẩm trong phòng lạnh.

Bên cạnh việc duy trì tự động các thông số (nhiệt độ, áp suất, độ ẩm, lưu lượng, mức lỏng...) trong giới hạn đã cho, cũng cần bảo vệ hệ thống thiết bị tránh chế độ làm việc nguy hiểm. Đây chính là yêu cầu bảo vệ của hệ thống tự động.

Tự động hóa sự làm việc của hệ thống lạnh có ưu điểm so với điều chỉnh bằng tay là giữ ổn định liên tục chế độ làm việc hợp lý. Ưu điểm này kéo theo một loạt ưu điểm về tăng thời gian bảo quản, nâng cao chất lượng sản phẩm, giảm tiêu hao điện năng, tăng tuổi thọ và độ tin cậy của máy và thiết bị, giảm chi phí nước làm mát, giảm chi phí vận hành và chi phí lạnh cho một đơn vị sản phẩm góp phần hạ giá thành sản phẩm... Việc bảo vệ tự động cũng được thực hiện nhanh, nhạy, đảm bảo và tin cậy hơn thao tác của con người.

Tuy vậy việc trang bị hệ thống tự động cũng chỉ hợp lý khi hạch toán kinh tế là có lợi hoặc do có nhu cầu tự động hóa vì không thể điều khiển bằng tay do tính chính xác của quá trình, lý do khác cũng có thể là công nghệ đòi hỏi phải thực hiện trong môi trường độc hại hoặc dễ cháy nổ, nguy hiểm...

Trong tất cả các quá trình tự động hóa điều khiển, điều chỉnh, báo hiệu, báo động và bảo vệ thì quá trình tự động điều chỉnh là có ý nghĩa hơn cả.

### 3.2. SƠ ĐỒ MẠCH ĐIỀU CHỈNH VÀ CÁC THUẬT NGỮ CƠ BẢN

Có nhiều sơ đồ mạch điều chỉnh khác nhau. Ở đây chỉ giới thiệu mạch điều chỉnh thường sử dụng nhất trong hệ thống lạnh. Trước hết cần định nghĩa một số khái niệm cơ bản.

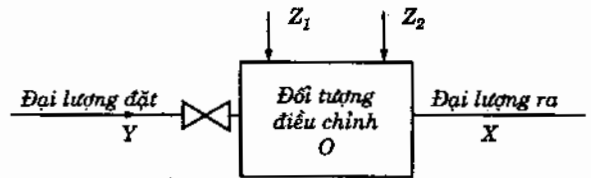
- *Mạch điều chỉnh (Control loop)* là một hệ thống bao gồm nhiều phần tử nhằm mục đích điều chỉnh một đại lượng nào đó (nhiệt độ, áp suất, độ ẩm, mức lỏng hoặc lưu lượng trong hệ thống lạnh. Các phần tử có thể là phần tử cảm biến CB, phần tử so sánh SS, phần tử định trị DT, phần tử điều chỉnh DC (hình 3.3).

- *Mạch điều chỉnh kín (closed loop control)* còn gọi là hệ thống điều chỉnh có tín hiệu phản hồi (feedback control system). Mạch điều chỉnh kín do sự thay đổi tức thời của đại lượng được điều chỉnh (controlled variable) để tác động vào cơ cấu điều chỉnh làm xuất hiện một sự điều chỉnh. Tác động hiệu chỉnh tiếp tục diễn ra cho đến khi đại lượng được điều chỉnh đến một giá trị yêu cầu nằm trong giới hạn thiết kế của dụng cụ điều chỉnh (thí dụ van tiết lưu nhiệt).

- *Phản hồi (Feedback)* : là một hệ thống tín hiệu của đại lượng được điều chỉnh trở lại dụng cụ điều chỉnh (hệ thống cảm biến của van tiết lưu nhiệt gồm đầu cảm, ống nối và hộp xếp).

- *Mạch điều chỉnh hở (open loop control)* còn gọi là hệ thống điều chỉnh không có tín hiệu phản hồi hoặc *thuận tiến (feed - forward)*. Mạch điều chỉnh hở phải dự đoán được đại lượng bên ngoài (external variable) sẽ tác động vào hệ thống như thế nào. Van tiết lưu tay là một thí dụ. Căn cứ vào nhiệt độ bên ngoài bể đá và các đại lượng nhiễu khác như nhiệt độ nước làm đá, vào lượng đá thu hoạch... người ta dự đoán được năng suất lạnh yêu cầu để điều chỉnh cửa thoát môi chất lạnh phù hợp với tải lạnh yêu cầu mà không có tín hiệu phản hồi trở lại van tiết lưu.

Hình 3.1 giới thiệu nguyên lý một mạch điều chỉnh hở.



Hình 3.1. Nguyên lý mạch điều chỉnh hở :

- Y - Đại lượng đặt (định trị)
- X - Đại lượng ra (đại lượng đã được điều chỉnh)
- Z1 - Đại lượng nhiễu 1
- Z2 - Đại lượng nhiễu 2
- O - Đối tượng điều chỉnh.  
(Object of control or process plant)

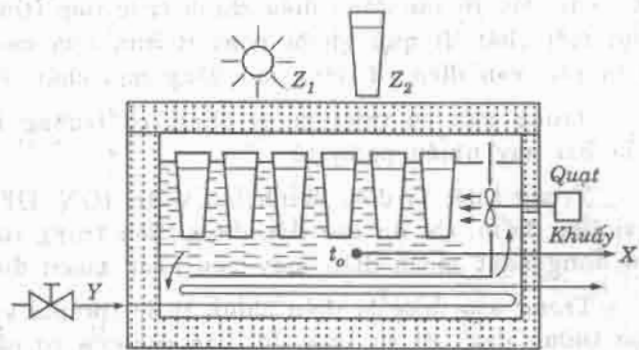
Hình 3.2 giới thiệu một mạch điều chỉnh hồ tương tự trong hệ thống lạnh.

Dụng cụ điều chỉnh ở đây là van tiết lưu tay. Công nhân vận hành máy phải dự đoán được lượng khuôn đá đưa vào bể, thời tiết bên ngoài (đại lượng nhiễu 1 và 2...) để điều chỉnh lượng môi chất lạnh phù hợp cho dàn lạnh trong bể đá.

Hình 3.3 giới thiệu nguyên lý một mạch điều chỉnh kín với tín hiệu phản hồi.

Dụng cụ điều chỉnh có một số phần tử như sau :

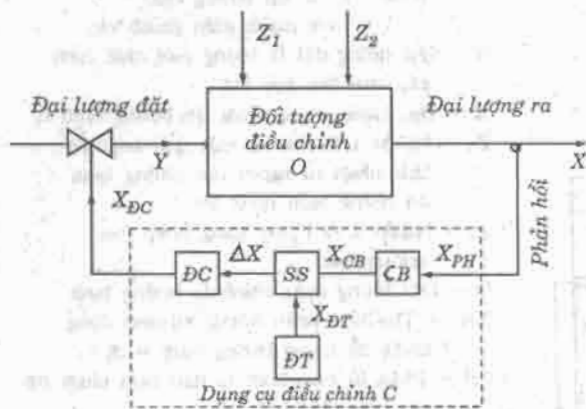
a) *Phần tử cảm biến (CB)* : làm nhiệm vụ nhận tín hiệu cần điều chỉnh X và chuyển nó ra một thông số khác



Hình 3.2. Thí dụ bể đá là một mạch điều chỉnh hồ:

- O - Bể đá ( đối tượng điều chỉnh)
- Y - Lượng môi chất lạnh vào được điều chỉnh
- X - Nhiệt độ bể đá
- Z1 - Thời tiết bên ngoài (nhiều)
- Z2 - Lượng khuôn đá vào (nhiều).

(hoặc có thể khuếch đại) phù hợp với thiết bị điều chỉnh. Thí dụ với van tiết lưu nhiệt độ X là độ quá nhiệt hơi hút về máy nén còn  $X_{ph}$  là áp suất tương ứng trên màng đàn nỡ của van qua đầu cảm nhiệt và ống mao dẫn, với van phao điều chỉnh mức lỏng thì X là mức lỏng và cũng là độ cao thấp của phao...



Hình 3.3. Sơ đồ nguyên lý mạch điều chỉnh kín:

- |   |   |
|---|---|
| Y - Đại lượng đặt (định trị)                    | SS - Phần tử so sánh                                    |
| X - Đại lượng ra (đại lượng đã được điều chỉnh) | DT - Phần tử định trị                                   |
| Z1 - Nhiều 1                                    | DC - Phần tử điều chỉnh.                                |
| Z2 - Nhiều 2                                    | X <sub>CB</sub> - Giá trị cảm biến                      |
| O - Đối tượng điều chỉnh                        | X <sub>DT</sub> - Giá trị định trị đặt                  |
| X <sub>PH</sub> - Tín hiệu phản hồi             | $\Delta X$ - Trị số = X <sub>DT</sub> - X <sub>CB</sub> |
| CB - Phần tử cảm biến                           | X <sub>DC</sub> - Giá trị điều chỉnh.                   |

xác định sự sai lệch của 2 thông số  $\Delta X = X_{DT} - X_{CB}$ , để đưa tín hiệu đó vào cơ cấu điều chỉnh, mục đích là đưa  $\Delta X$  về không ( $\Delta X = 0$ ).

d) *Phần tử điều chỉnh (DC)*

Phần tử điều chỉnh (kim van điều chỉnh của thoát của van, các tiếp điểm điện đóng ngắt...) có nhiệm vụ biến tín hiệu đã nhận được về sự sai lệch  $\Delta X$  thành ra thông số

b) *Phần tử định trị (DT)* của thiết bị điều chỉnh tự động là bộ phận ấn định giá trị thông số cần duy trì hoặc phạm vi thông số cần duy trì  $X_{DT}$ . Khi thông số vận hành lệch ra khỏi giá trị đó thì thiết bị điều chỉnh tự động phải điều chỉnh lại thông số cho phù hợp. Trên phần tử định trị thường có vít điều chỉnh hoặc công tắc để người ta có thể đạt được các thông số vận hành cần thiết.

c) *Phần tử so sánh (SS)* :

Phần tử so sánh là một cơ cấu tiếp nhận giá trị của phần tử định trị quy định  $X_{DT}$ , so sánh với giá trị thông số nhận được từ phần tử cảm biến  $X_{CB}$ ,

$X_{DC}$  để gây ra tác động điều chỉnh trực tiếp (thí dụ điều chỉnh tiết diện cửa thoát clapê cho môi chất đi qua nhiều hoặc ít hơn qua các van điều chỉnh hoặc đóng ngắt mạch điện cho van điện từ đóng mở dòng môi chất...).

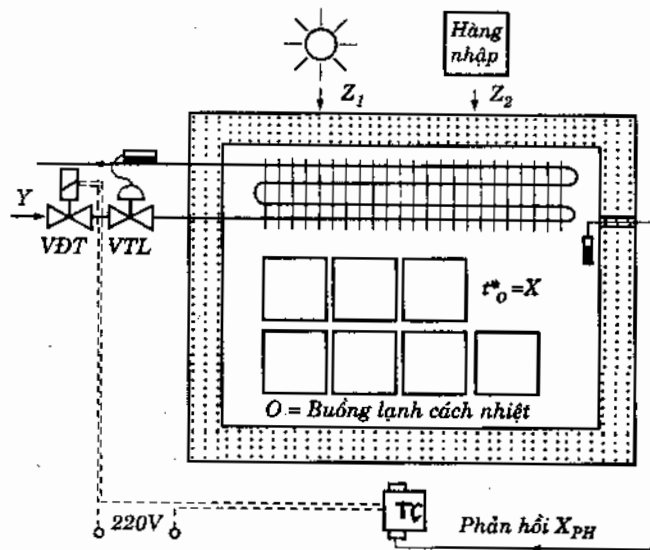
Trong một số thiết bị tự động, có trường hợp, một bộ phận thực hiện chức năng của hai hay nhiều phần tử.

Trong thiết bị điều chỉnh hai vị trí (ON, OFF), cơ cấu điều chỉnh (làm việc) chỉ nối hai tiếp điểm, thí dụ các tiếp điểm điện trong role áp suất, role nhiệt độ chỉ làm nhiệm vụ đóng ngắt mạch điện máy nén hoặc mạch điện van điện từ.

Trong các thiết bị điều chỉnh tỷ lệ (proportional), giá trị tự điều chỉnh thay đổi liên tục tương ứng với sự thay đổi liên tục của cơ cấu điều chỉnh, thí dụ van tiết lưu nhiệt độ cấp lỏng cho dàn bay hơi, van điều chỉnh lưu lượng gió, vít điều chỉnh năng suất lạnh của máy nén trục vít...

Trong các thiết bị tự động, ngoài những phần tử chính đã nêu, thiết bị có thể còn có thêm bộ khuếch đại tín hiệu hoặc biến đổi tín hiệu phục vụ cho điều khiển, điều chỉnh, báo hiệu và bảo vệ từ xa...

Hình 3.4 giới thiệu một thí dụ tương ứng trong kỹ thuật lạnh đó là buồng lạnh với sự điều chỉnh nhiệt độ buồng bằng van điện từ kết hợp với role nhiệt độ phòng để có thể hiểu rõ hơn mạch điều chỉnh kín.



Hình 3.4. Sơ đồ buồng lạnh

với mạch điều chỉnh kín :

- Y - Đại lượng đặt là lượng môi chất lạnh cấp cho dàn bay hơi
- X - Đại lượng ra là nhiệt độ buồng lạnh  $t_o$
- Z<sub>1</sub> - Nhiều 1 là bức xạ mặt trời hay tổn thất nhiệt từ ngoài vào phòng lạnh do chênh lệch nhiệt độ
- Z<sub>2</sub> - Nhiều 2 là lượng hàng nhập vào buồng lạnh
- O - Đối tượng điều chỉnh là buồng lạnh
- X<sub>PH</sub> - Tín hiệu phản hồi là sự dao động nhiệt độ trong buồng lạnh = X
- CB - Phần tử cảm biến là đầu cảm nhiệt độ của role nhiệt độ TC
- SS - Phần tử so sánh là hộp xếp của role nhiệt độ có áp suất tương ứng với nhiệt độ trong buồng lạnh so sánh với lực lò xo của bộ định trị hay trị số đặt trước.
- DT - Phần tử định trị là núm điều chỉnh nhiệt độ buồng lạnh của role nhiệt độ TC.
- DC - Phần tử điều chỉnh là cơ cấu đóng ngắt mạch điện của van điện từ VDT để cấp môi chất lạnh cho dàn bay hơi.
- VTL - Van tiết lưu nhiệt.

Dưới tác dụng của nhiều Z<sub>1</sub> và Z<sub>2</sub>, đại lượng cần điều chỉnh ở đây là nhiệt độ buồng lạnh đã cho (điểm đặt ở phần định trị DT) bị lệch khỏi giá trị yêu cầu. Độ sai lệch của đại lượng điều chỉnh là  $\Delta t = t_o^* - t_{DT}$  (độ chênh nhiệt độ buồng lạnh và nhiệt độ đặt hay nhiệt độ định trị). Ở đây  $\Delta X$  tương đương  $\Delta t$ . X<sub>CB</sub> (giá trị đại lượng cảm biến) tương đương nhiệt độ buồng lạnh nhưng đã được phần tử cảm biến chuyển thành tín hiệu áp suất lên hộp xếp của role nhiệt độ. X<sub>DT</sub> (giá trị đại lượng định trị) tương ứng nhiệt độ đặt nhưng ở đây là lực lò xo tỉ lên hộp xếp theo chiều ngược lại. Thí dụ khi nhiệt độ buồng lạnh tăng quá mức cho phép, role nhiệt độ T đóng mạch cho van

điện từ mở cấp môi chất chất lạnh cho dàn lạnh. Áp suất bay hơi trong dàn tăng lên, role áp suất thấp (không vẽ ở đây) đóng mạch cho máy nén làm việc, nhiệt độ trong buồng lạnh sẽ giảm. Khi nhiệt độ buồng lạnh giảm quá mức cho phép, role nhiệt độ T ngắt mạch của van điện từ, van điện từ ngừng cấp lỏng cho dàn, áp suất bay hơi trong dàn nhanh chóng tụt xuống và role áp suất thấp lại ngắt mạch, máy nén ngừng làm việc. Nhiệt độ trong phòng lạnh lại bắt đầu tăng lên. Chu trình điều chỉnh lặp lại. Như vậy nhiệt độ trong phòng tăng lên giảm xuống theo chu kỳ quanh nhiệt độ đặt trước  $t_0^* = t_{DT} \pm \Delta t$ . Với các role nhiệt độ có độ chính xác cao có thể đạt vi sai  $\Delta t = \pm 1K$ .

Thí dụ khi đặt  $-10^\circ C$  thì nhiệt độ buồng lạnh đạt  $-11 \div -9^\circ C$ . Với các role nhiệt độ thường vi sai  $\Delta t$  có thể tới  $3 \div 4K$  nghĩa là nhiệt độ đóng và ngắt có thể cách nhau đến  $6 \div 8K$ . Với độ chính xác cao, máy nén phải khởi động thường xuyên vì chu kỳ làm việc rất ngắn. Khi nhiệt độ đóng ngắt cách nhau xa thì máy nén ít phải khởi động, các thiết bị tự động làm việc lâu bền, tuổi thọ cao hơn và chu kỳ làm việc dài hơn.

Có thể lấy một thí dụ khác là buồng lạnh chỉ có van tiết lưu nhiệt, không có van điện từ, role nhiệt độ làm nhiệm vụ đóng ngắt trực tiếp máy nén và ta chỉ xét mạch điều khiển cấp lỏng cho dàn lạnh qua van tiết lưu nhờ độ quá nhiệt sau dàn bay hơi thì dụng cụ điều chỉnh tự động đó chỉ có sự phản hồi từ tín hiệu quá nhiệt  $\Delta t_{qn}$ .

### 3.3. YÊU CẦU VÀ NHIỆM VỤ

Nói chung, các hệ thống lạnh cần có các thiết bị tự động để điều chỉnh các đại lượng chủ yếu : nhiệt độ, áp suất, độ ẩm, mức lỏng hoặc lưu lượng... Các thiết bị bảo vệ có thể thêm độ kín và độ tinh khiết..., nhưng ở đây không hề có sự liên quan tới vấn đề điều chỉnh. Các công tác tự động hóa điều khiển, điều chỉnh, báo hiệu và bảo vệ của các hệ thống lạnh khá phức tạp nên sơ đồ điều khiển điện ở đây phức tạp hơn nhiều so với chính hệ thống lạnh.

Đối với một hệ thống lạnh nén hơi những yêu cầu và nhiệm vụ chính đặt ra cho công tác tự động hóa là :

#### a) Máy nén

Bảo vệ quá tải : dòng điện, nhiệt độ cuộn dây động cơ, nhiệt độ các chi tiết chuyển động của máy nén, nhiệt độ dầu, nhiệt độ đầu đẩy, áp suất đầu đẩy quá cao, áp suất hút quá thấp, lưu lượng khối lượng quá cao, hiệu áp suất dầu quá nhỏ, dòng khởi động, tải khởi động quá lớn, mất pha, không đối xứng pha... Điều chỉnh năng suất lạnh phù hợp với yêu cầu. Đối với máy nén công nghiệp cần điều chỉnh và bảo vệ nước làm mát máy nén như nhiệt độ nước, lưu lượng nước...

#### b) Thiết bị ngưng tụ

Điều chỉnh thiết bị ngưng tụ có thể phân làm 2 loại chủ yếu :

- Bình ngưng làm mát bằng nước : điều chỉnh áp suất ngưng tụ, điều chỉnh lưu lượng nước làm mát (vận hành kinh tế).
- Dàn ngưng làm mát bằng không khí : lưu lượng không khí, giữ áp suất ngưng tụ tối thiểu.

Ngoài ra là thiết bị điều chỉnh mức lỏng trong bình ngưng hoặc bình chứa để cấp lỏng cho dàn bay hơi (van điều chỉnh kiểu phao áp suất cao).



### c) Thiết bị bay hơi

Các thiết bị điều chỉnh cho dàn bay hơi gồm các thiết bị cấp lỏng (việc cấp lỏng phải vừa đủ để dàn bay hơi đạt hiệu quả trao đổi nhiệt cao nhất nhưng hơi hút về máy nén vẫn phải ở trạng thái khô, không gây ra va đập thủy lực cho máy nén), điều chỉnh nhiệt độ bay hơi, áp suất bay hơi cũng như việc phá băng cho dàn bay hơi tránh lớp tuyết đóng quá dày cản trở quá trình trao đổi nhiệt.

### d) Thiết bị tự động cho đối tượng cần làm lạnh

Chủ yếu ở đây là các thiết bị tự động để duy trì nhiệt độ và độ ẩm yêu cầu trong phòng lạnh. Nhiệt độ và độ ẩm phải ổn định không vượt quá giới hạn cho phép.

Thường các thiết bị tự động trên liên quan mật thiết với nhau. Một phần đã được đề cập đến ở chương 1 và chương 2, đặc biệt các thiết bị có liên quan đến điều khiển điện của máy nén, điều khiển tốc độ vòng quay máy nén và điều chỉnh năng suất lạnh của máy nén, phá băng và điều chỉnh nhiệt độ của phòng lạnh... Trong các chương sau chúng ta tiếp tục tìm hiểu sâu hơn về các phần này.

## 3.4. PHÂN LOẠI

Phần 3.3 đã đề cập đến một kiểu phân loại thiết bị tự động theo các đối tượng tự động hóa như máy nén, thiết bị ngưng tụ, thiết bị bay hơi và phòng lạnh. Cũng có thể phân loại thiết bị tự động theo các đặc trưng khác :

a - Theo chức năng có thể phân các thiết bị tự động ra (h. 3.5) :

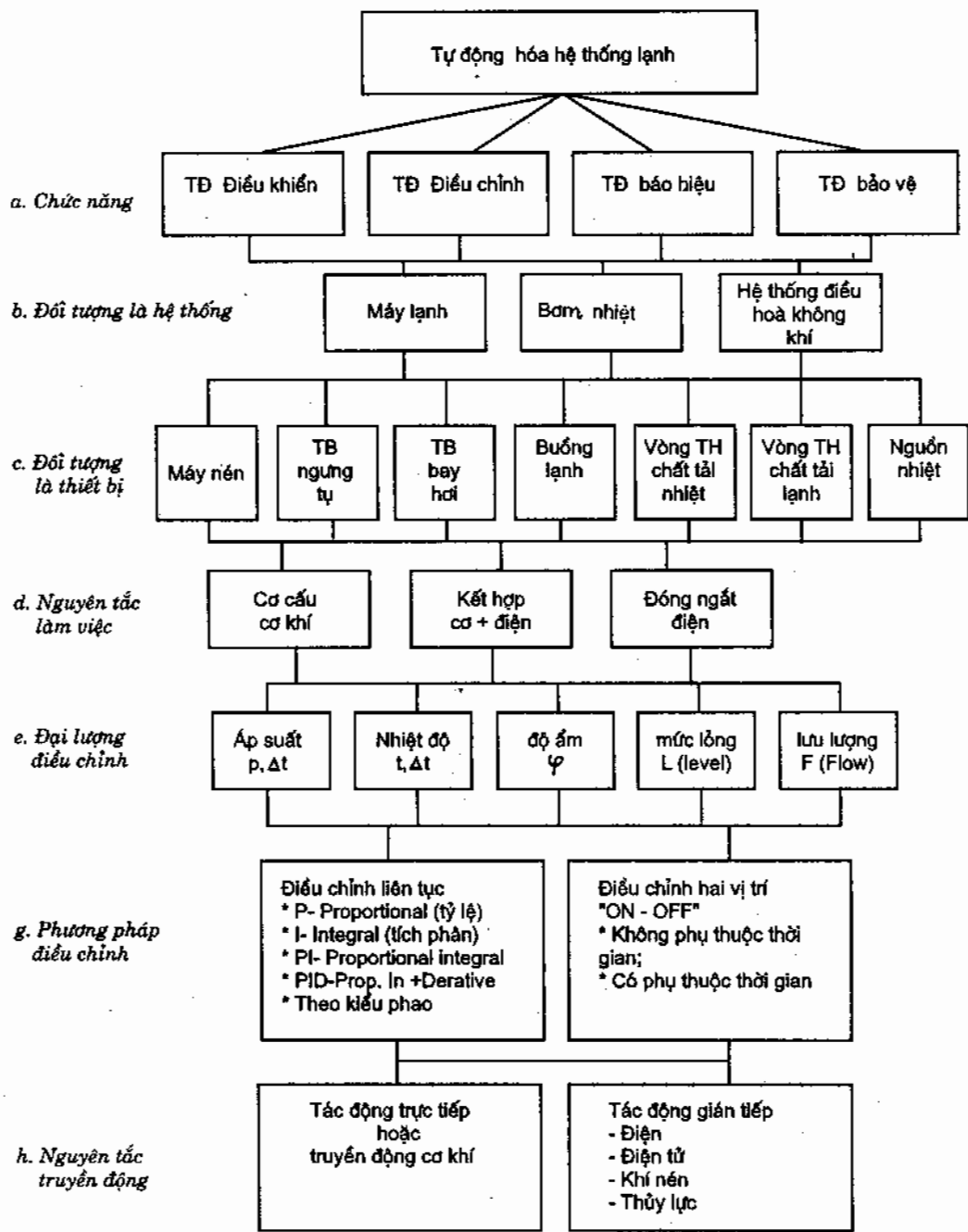
- Tự động điều khiển ;
- Tự động điều chỉnh ;
- Tự động báo hiệu, báo động (âm thanh hoặc ánh sáng) ;
- Tự động bảo vệ.

b - Theo đối tượng hệ thống có thể phân ra thiết bị tự động đó phục vụ cho hệ thống lạnh hoặc bơm nhiệt hoặc hệ thống điều hòa không khí tuy nhiên hệ thống điều hòa không khí còn có nhiều yêu cầu đặc biệt về các thiết bị tự động khác nữa.

c - Theo đối tượng thiết bị có thể phân ra thiết bị tự động đó phục vụ cho :

- Máy nén ;
- Thiết bị ngưng tụ (bình ngưng, dàn ngưng hoặc thiết bị kết hợp làm mát bằng nước, bằng không khí hoặc kết hợp gió nước) ;
- Thiết bị bay hơi (làm lạnh chất lỏng hoặc làm lạnh trực tiếp không khí, trực tiếp sản phẩm...) ;
- Buồng lạnh (trực tiếp hay nước muối) ;
- Vòng tuần hoàn chất tải nhiệt đối với hệ thống lạnh làm mát bằng nước tuần hoàn qua tháp giải nhiệt hay đối với bơm nhiệt là vòng tuần hoàn cấp nhiệt cho các hộ tiêu thụ ;
- Vòng tuần hoàn chất tải lạnh đối với hệ thống lạnh gián tiếp ;
- Nguồn nhiệt hay nguồn cung cấp nhiệt cho bơm nhiệt, thí dụ nước giếng, nước tự nhiên, lòng đất, địa nhiệt, năng lượng mặt trời, không khí thái, nước thái, hơi thái, khí thái có mức năng lượng cao để tái sinh nhiệt... Nguồn nhiệt gần tương tự như vòng tuần hoàn chất tải lạnh của máy lạnh nhưng không ổn định như các hộ tiêu thụ lạnh nên cần được tự động hóa ở mức độ cao hơn nhiều.

B-22-02-2  
 11800  
 0000



Hình 3.5. Sơ đồ phân loại thiết bị tự động hóa hệ thống lạnh :

Thí dụ : Van tiết lưu nhiệt là

- a. Thiết bị tự động điều chỉnh
- b. Dùng cho máy lạnh (hoặc bơm nhiệt)
- c. Dùng cho thiết bị bay hơi
- d. Là loại cơ cấu cơ
- e. Điều chỉnh theo hiệu nhiệt độ  $\Delta t$
- g. Là loại điều chỉnh liên tục
- h. Và tác động trực tiếp với cơ cấu cơ khí.

- d - Theo nguyên tắc làm việc có thể chia ra các thiết bị tự động làm việc theo :
  - Cơ cấu cơ khí (van tiết lưu nhiệt),
  - Tiếp điểm điện (các loại khí cụ điện như role nhiệt, role khởi động kiểu điện áp, kiểu dòng điện...),
  - Kết hợp cơ điện (role nhiệt độ hay thermostat, role áp suất hay pressostat...).
- e - Theo đại lượng điều chỉnh bảo vệ có thể phân ra:
  - Các thiết bị tự động điều khiển, điều chỉnh, báo hiệu, bảo vệ áp suất, thí dụ áp suất cao, áp suất thấp, hiệu áp dầu,
  - Nhiệt độ, thí dụ nhiệt độ cuộn dây, nhiệt độ dầu, nhiệt độ đầu dầy... độ quá nhiệt hơi hút  $\Delta t_n$ ,
  - Độ ẩm tương đối trong buồng lạnh  $\varphi$ ,
  - Mức lỏng L (level) trong bình bay hơi, mức dầu trong bình tách dầu hoặc trong cacte máy nén,
  - Lưu lượng F (Flow) thí dụ lưu lượng dầu trong máy nén trục vít.

g - Phương pháp điều chỉnh : liên tục, theo bậc và hai vị trí.

Hệ thống điều chỉnh liên tục lại có thể chia ra các loại như :

- P (Proportional) điều chỉnh liên tục tỷ lệ,
- I (Integral) điều chỉnh liên tục tích phân,
- PI (Proportional Integral) điều chỉnh liên tục tỷ lệ tích phân,
- PID (Proportional Integral Derivative) điều chỉnh liên tục tỷ lệ vi phân tích phân nghĩa là điều chỉnh với sự cân đối cho toàn bộ hệ thống hoặc bơm nhiệt.

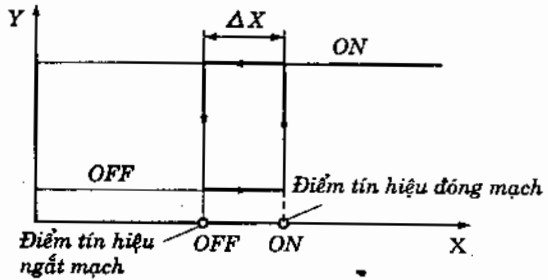
Loại điều chỉnh theo hai vị trí "ON - OFF" thường là các thiết bị có nguyên tắc làm việc theo kiểu tiếp điểm điện hoặc kết hợp cơ điện có hai tiếp điểm đóng, ngắt "ON - OFF".

h - Theo phương pháp truyền động cũng có thể phân làm 2 loại tác động trực tiếp hoặc gián tiếp. Tác động trực tiếp là các thiết bị có cơ cấu cơ thí dụ van điều chỉnh nước bình ngưng, van tiết lưu nhiệt. Còn loại tác động gián tiếp nhờ một nguồn năng lượng truyền động phụ như điện, điện tử, khí nén và thủy lực để tác động cho thiết bị tự động hoạt động.

### 3.5. MỘT SỐ ĐẶC TÍNH CỦA SỰ ĐIỀU CHỈNH

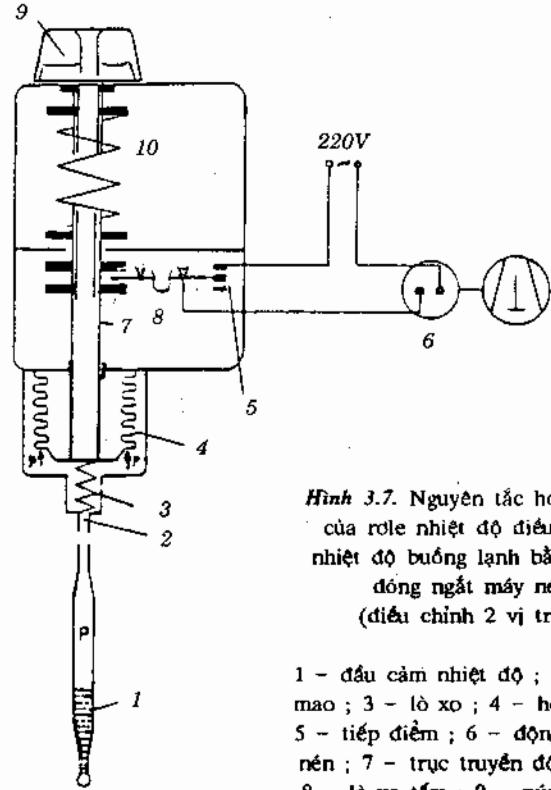
#### 3.5.1. Điều chỉnh hai vị trí "ON - OFF"

Điều chỉnh hai vị trí còn gọi là điều chỉnh không liên tục theo bậc. Đại diện cho loại này là role nhiệt độ (thermostat) và role áp suất hoạt động nhờ nhiệt độ và áp suất để đóng ngắt trực tiếp tiếp điểm điện hai hoặc nhiều cực. Bằng cách ghép nối tiếp hoặc song song các thiết bị điều chỉnh hai vị trí có thể đạt được sự điều chỉnh với nhiều bậc. Hình 3.6 giới thiệu đường đặc tính của điều chỉnh hai vị trí.



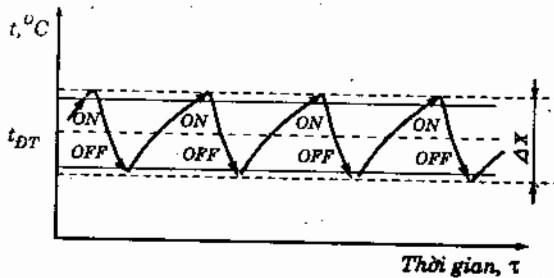
Hình 3.6. Đường đặc tính của điều chỉnh hai vị trí :  
 $\Delta X$  : Vi sai đóng ngắt (vi sai ON - OFF)  
 Y - Đại lượng đặt  
 X - Đại lượng ra.

nhiệt độ bằng role nhiệt độ (thermostat) cho tủ lạnh gia đình và cho các loại buồng lạnh. Thí dụ, khi đặt role nhiệt độ ở vị trí trung bình (số 5), nhiệt độ môi trường bên ngoài  $30^{\circ}\text{C}$  thì nhiệt độ buồng lạnh sẽ là  $5 \pm 3^{\circ}\text{C}$ , nhiệt độ ngăn đông khoảng  $-6^{\circ}\text{C}$ . Nhiệt độ buồng lạnh tăng lên  $8^{\circ}\text{C}$  ( $5 + 3^{\circ}\text{C}$ ) role nhiệt độ đóng mạch cho máy nén làm việc và khi nhiệt độ buồng lạnh giảm đến  $2^{\circ}\text{C}$  ( $5 - 3^{\circ}\text{C}$ ) role nhiệt độ lại ngắt mạch, máy nén ngừng chạy. Thực tế, dầu cảm nhiệt độ được gắn sát vào dàn bay hơi nên tín hiệu vào để đóng ON và ngắt OFF là tín hiệu trực tiếp khác với tín hiệu gián tiếp - nhiệt độ buồng lạnh  $8^{\circ}\text{C}$  và  $2^{\circ}\text{C}$ . Hình 3.7 mô tả một cách đơn giản role nhiệt độ để đóng, ngắt mạch điện động cơ máy nén theo phương pháp điều chỉnh nhiệt độ hai vị trí. Và hình 3.8 giới thiệu sự biến thiên nhiệt độ trong tủ lạnh khi dùng role nhiệt độ điều chỉnh 2 vị trí đối với nhiệt độ lạnh.



Hình 3.7. Nguyên tắc hoạt động của role nhiệt độ điều chỉnh nhiệt độ buồng lạnh bằng cách đóng ngắt máy nén (điều chỉnh 2 vị trí):

- 1 - đầu cảm nhiệt độ ; 2 - ống mao ; 3 - lò xo ; 4 - hộp xếp ; 5 - tiếp điểm ; 6 - động cơ máy nén ; 7 - trục truyền động ; 8 - lò xo tẩm ; 9 - núm đặt nhiệt độ phòng ; 10 - lò xo.



Hình 3.8. Đặc tính nhiệt độ theo thời gian của buồng lạnh điều chỉnh 2 vị trí:

$t_{DT}$  - nhiệt độ đặt (định trị)  $\Delta X = t_{\max} - t_{\min}$ .

Đầu cảm nhiệt 1 được nạp một chất lỏng dễ bay hơi. Ứng với mỗi nhiệt độ xuất hiện một áp suất nhất định (áp suất hơi bão hòa) tác động lên hộp xếp 4 dịch chuyển trục truyền động 7 lên xuống, làm quay cánh tay đòn của tiếp điểm 5. Lò xo 8 dùng để đóng ngắt tiếp điểm điện một cách dứt khoát. Núm đặt nhiệt độ phòng 9 và lò xo 10 cho phép điều chỉnh nhiệt độ phòng theo ý muốn.

Ngoài role nhiệt độ, trong kỹ thuật lạnh còn sử dụng các dụng cụ điều chỉnh 2 vị trí tương tự như role áp suất (pressostat),

role độ ẩm (hygrostat) và role mức lỏng kiểu phao để đóng ngắt mạch điện. Trong dụng cụ điều chỉnh 2 vị trí thường có độ chênh lệch tín hiệu đóng và ngắt gọi là vi sai  $\Delta X$  (hình 3.6), nghĩa là chúng không đóng và ngắt ở cùng giá trị. Ở thí dụ trên khi đặt ở  $5^{\circ}\text{C}$  role nhiệt độ đóng ở  $8^{\circ}\text{C}$  và ngắt ở  $2^{\circ}\text{C}$  nên  $\Delta X = 8\text{K}$ .

Ngoài dụng cụ điều chỉnh 2 vị trí, trong kỹ thuật lạnh còn sử dụng dụng cụ điều chỉnh 3 vị trí với chức năng chuyển đổi chức năng vận hành LÀM LẠNH - NGẮT - XẢ BĂNG. Role nhiệt độ này thường có hai đầu cảm nhiệt độ riêng biệt.

Dụng cụ điều chỉnh hai vị trí có ưu điểm là rẻ tiền, kết cấu đơn giản, lắp đặt bảo dưỡng sửa chữa dễ dàng nên chúng được dùng rất rộng rãi đặc biệt trong các hệ thống

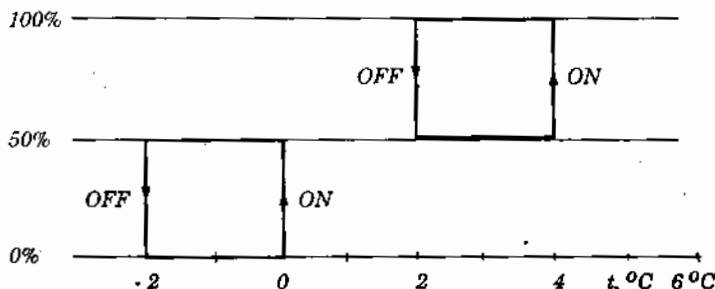
lạnh không yêu cầu khắt khe về độ chính xác trong điều chỉnh. Dụng cụ điều chỉnh hai vị trí chiếm tỷ trọng lớn (70 + 80%) trong tự động hóa hệ thống lạnh.

### 3.5.2. Điều chỉnh nhảy cấp

Khi kết hợp nhiều dụng cụ điều chỉnh 2 vị trí có thể thiết lập sự điều chỉnh nhảy cấp. Nếu kết hợp 2 dụng cụ điều chỉnh hai vị trí có thể thực hiện điều chỉnh 3 cấp như sau : 0 - 50 - 100%.

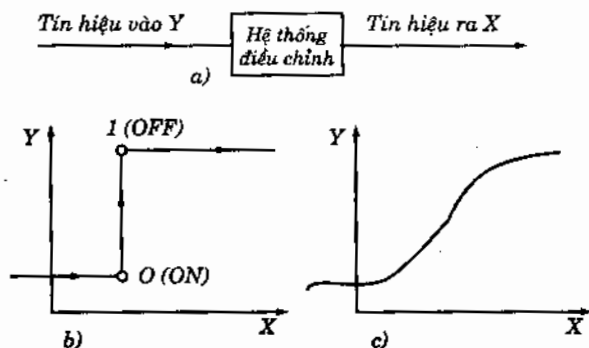
Hình 3.9. giới thiệu đặc tính điều chỉnh 3 cấp.

Thí dụ : một buồng lạnh được trang bị 2 máy nén. Nhiệt độ duy trì trong buồng lạnh từ  $-2 \div +4^{\circ}\text{C}$ . Khi nhiệt độ phòng tăng quá  $4^{\circ}\text{C}$  thì máy nén thứ 2 đóng mạch. Như vậy khi xả lạnh, cả hai máy nén đều làm việc, khi nhiệt độ phòng đạt  $+2^{\circ}\text{C}$ , máy nén thứ nhất ngắt mạch và khi đạt  $-2^{\circ}\text{C}$  máy nén thứ 2 cũng ngắt mạch. Nhiệt độ phòng tăng trở lại  $0^{\circ}\text{C}$ , máy nén thứ 2 đóng mạch làm việc và chỉ khi nào nhiệt độ phòng tăng quá  $4^{\circ}\text{C}$  thì máy nén thứ nhất mới làm việc. Để chia đều thời gian làm việc cho hai máy, có thể 2 máy nén làm việc luân phiên như đã giới thiệu ở chương 2.



Hình 3.9. Đặc tính điều chỉnh 3 cấp, vị sai  $\Delta X = 2\text{K}$ .

### 3.5.3. Điều chỉnh liên tục



Hình 3.10. So sánh giá trị điều chỉnh 2 vị trí và liên tục :

- Tính chất chuyển đổi tín hiệu
- Đặc tính điều chỉnh ON - OFF
- Đặc tính điều chỉnh liên tục.

Khác với điều chỉnh 2 vị trí, khi điều chỉnh liên tục, ta có thể điều chỉnh được đại lượng ra ở bất kỳ vị trí nào trong vùng điều chỉnh.

Dụng cụ điều chỉnh liên tục là dụng cụ điều chỉnh có khả năng biến đổi liên tục các tín hiệu của đại lượng vào ra các tín hiệu liên tục của đại lượng ra (hình 3.10).

Các dụng cụ điều chỉnh được sử dụng trong các quá trình điều chỉnh cần độ chính xác cao hơn, tránh sự dao động quá lớn của điều chỉnh 2 vị trí "ON - OFF".

Một thí dụ của điều chỉnh liên tục là van điều chỉnh nước cho bình ngưng. Khi đã đặt áp suất ngưng tụ bằng cách điều chỉnh vít điều chỉnh của van thì áp suất ngưng tụ sẽ được khống chế ở một giá trị nhất định với độ dao động trong phạm vi cho phép  $p \pm \Delta p$ . Khi áp suất ngưng tụ tăng, hộp xếp đẩy kim van mở to cửa thoát cho nước vào nhiều hơn và khi áp suất ngưng tụ giảm xuống quá mức, hộp xếp kéo kim van khép bớt cửa thoát cho nước làm mát vào ít hơn.

Tùy theo tính chất thời gian của dụng cụ người ta phân các dụng cụ tự động điều chỉnh liên tục ra các loại khác nhau như : tỷ lệ (proportional) ; tỷ lệ tích phân (proportional

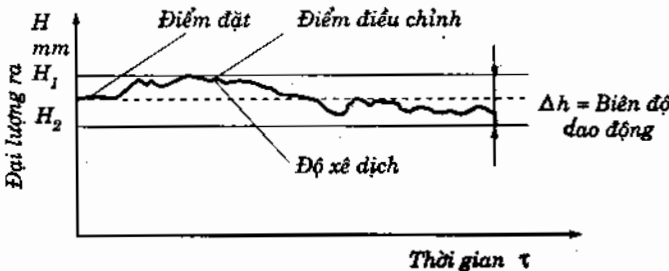
integral). Tỷ lệ vi phân tích phân (proportional integral derivative). Sau đây sẽ trình bày một cách đơn giản các dạng dụng cụ đó.

### 3.5.3.1. Điều chỉnh tỷ lệ (proportional control)

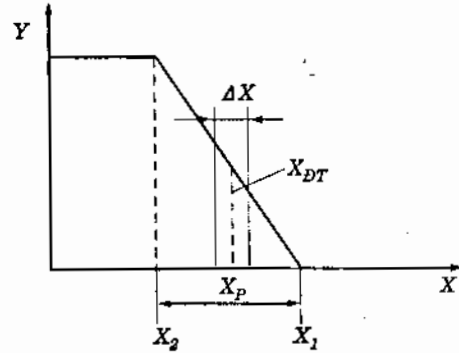
Gọi tắt là điều chỉnh P, được sử dụng nhiều trong kỹ thuật lạnh. Đại diện cho điều chỉnh tỷ lệ các loại van tự động điều khiển nhờ nhiệt độ hoặc áp suất. Hình 3.11 giới thiệu đặc tính của phương pháp điều chỉnh tỷ lệ.

Ở vị trí giới hạn từ  $X_1$  trở lên, đại lượng đặt có giá trị bằng 0. Từ giới hạn trên  $X_1$  tới giới hạn dưới  $X_2$ , đại lượng đặt  $y$  thay đổi tỷ lệ tuyến tính với  $X$ . Tại giới hạn dưới  $X_2$ ,  $Y$  có giá trị cực đại. Với các giá trị  $X < X_2$ ,  $Y$  vẫn giữ giá trị cực đại. Đây cũng là phạm vi điều chỉnh của dụng cụ tự động.

Thí dụ khi điều chỉnh tỷ lệ cấp lỏng cho bình bay hơi qua van phao. Khi đã đạt mức lỏng nhất định ở van phao thì mức lỏng sẽ luôn duy trì ở mức  $H \pm \Delta H$ . Máy nén liên tục làm việc, hút môi chất lạnh bay hơi ở bình bay hơi, mức lỏng trong bình giảm, van phao mở để cấp lỏng cho dàn. Nếu mở to quá, mức lỏng dâng lên đóng bớt van và mức lỏng hạ thấp quá van phao sẽ mở rộng hơn cho lỏng vào nhiều hơn. Lưu lượng môi chất tăng lên hay giảm đi phụ thuộc



Hình 3.12. Mức lỏng trong bình bay hơi điều chỉnh tỷ lệ kiểu van phao cơ khí.



Hình 3.11. Đặc tính của điều chỉnh tỷ lệ :

- $\Delta X$  - Vi sai của giá trị đặt  $X_{ĐT}$
- $X_1$  - Giới hạn trên
- $X_2$  - Giới hạn dưới giá trị điều chỉnh
- $X_P$  - Phạm vi làm việc của dụng cụ điều chỉnh tỷ lệ.
- $Y$  - Đại lượng đặt

rất nhiều vào tải nhiệt của bình bay hơi. Hình 3.12 giới thiệu sự biến thiên của đại lượng ra theo thời gian của dụng cụ điều chỉnh mức lỏng kiểu van phao. Chiều cao mức lỏng đặt ở đây là  $H_1$ . Khi chiều cao trong bình bằng  $H_1$ , phao đóng, lưu lượng cấp vào bình bay hơi bằng không. Khi  $H = H_2$  hoặc nhỏ hơn  $H_2$  lưu lượng môi chất đạt cao nhất (max) do van mở hoàn toàn. Tùy theo chiều cao mức lỏng, lưu lượng tỷ lệ nghịch với chiều cao.

Điều chỉnh tỷ lệ có thể được biểu diễn bằng biểu thức :

$$V_p = K_p e + V_o \quad (3.1)$$

trong đó :

- $V_p$  - năng suất dụng cụ điều chỉnh tỷ lệ (output of the proportional controller)
- $K_p$  - hằng số độ dư tỷ lệ (proportional gain) tỷ lệ nghịch với biên độ dao động ;
- $e$  - tín hiệu sai số hay độ xê dịch (error signal or offset) ;
- $V_o$  - năng suất khi sai số được hiệu chỉnh bằng không (offset adjustment parameter).

### 3.5.3.2. Điều chỉnh tỷ lệ tích phân (Proportional Integral Control)

Gọi tắt là điều chỉnh PI. Điều chỉnh PI cải thiện điều chỉnh tỷ lệ (P) bằng cách đưa thêm một thành phần tích phân vào tác động hiệu chỉnh để loại trừ sai số đặc trưng của phương pháp điều chỉnh tỷ lệ.

Điều chỉnh tỷ lệ tích phân được biểu diễn bằng biểu thức :

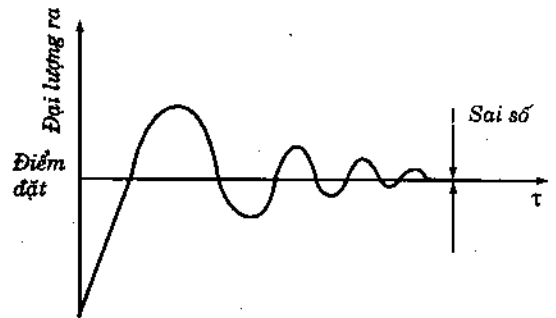
$$V_{PI} = K_p e + K_i \int e dt + V_0 \quad (3.2)$$

trong đó :

- $V_{PI}$  - năng suất dụng cụ điều chỉnh tỷ lệ tích phân ;
- $K_p$  - hằng số độ dư tỷ lệ ;
- $e$  - tín hiệu sai số ;
- $K_i$  - hằng số độ dư tích phân ;
- $\tau$  - thời gian ;
- $V_0$  - năng suất khi sai số bằng được hiệu chỉnh về không.

Số hạng thứ 2 trong phương trình cho thấy chu kỳ mà sai số tồn tại càng dài thì năng suất dụng cụ điều chỉnh thay đổi càng nhanh để tìm cách loại trừ sai số (h.3.13).

Chọn hằng số tỷ lệ và hằng số tích phân  $K_p$  và  $K_i$  là đặc biệt quan trọng đối với sự ổn định hệ thống. Chọn đúng có thể loại trừ được sai số, đạt được một sự điều chỉnh chính xác và mang lại hiệu quả kinh tế cao hơn. Điều chỉnh PI được sử dụng nhiều trong điều hòa không khí như điều chỉnh lưu lượng gió, điều chỉnh máy làm lạnh nước (chiller), sàn nóng và sàn lạnh.



Hình 3.13. Đặc tính điều chỉnh PI.

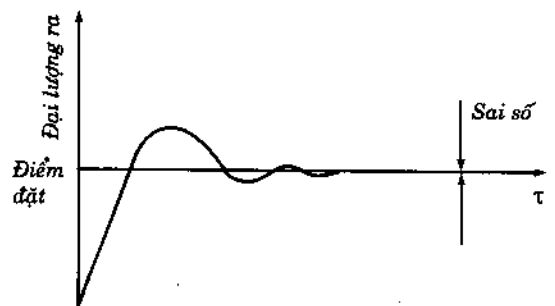
3.5.3.3. Điều chỉnh tỷ lệ tích phân - vi phân (proportional integral derivative control) gọi tắt là điều chỉnh PID. Điều chỉnh PID là kiểu điều chỉnh PI có thêm phần vi phân của sai số theo thời gian. Phương trình điều chỉnh PID là :

$$V_{PID} = K_p e + K_i \int e dt + K_d de/dt + V_0 \quad (3.3)$$

trong đó :

- $K_d$  - hằng số vi phân của dụng cụ điều chỉnh ;
- $de/dt$  - vi phân của sai số.

Phương trình (3.3) giống (3.2) bổ sung thêm số hạng vi phân  $K_d de/dt$ . Phần vi phân này cấp thêm cho dụng cụ điều chỉnh một số tác động làm gia tăng quá trình triệt tiêu sai số cũng như sự ổn định hệ thống. Tuy nhiên, bổ sung thành phần vi phân làm cho dụng cụ nhạy cảm hơn và khó điều chỉnh hơn là một dụng cụ điều chỉnh PI. Trong kỹ thuật lạnh và điều hòa không khí, các mạch điều chỉnh với PI đã đáp ứng yêu cầu, ít khi phải sử dụng đến mạch điều chỉnh PID, trong đó các hằng số ( $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$ ) được hiệu chỉnh tự động liên tục hoặc định kỳ để bù sai số của mạch điều chỉnh kín. Hình 3.14 giới thiệu đặc tính điều chỉnh kiểu PID.



Hình 3.14. Đặc tính điều chỉnh PID.

## CHƯƠNG 4

# TỰ ĐỘNG HÓA MÁY NÉN LẠNH

### 4.1. ĐẠI CƯƠNG

Nếu so sánh hệ thống lạnh với một cơ thể sống thì máy nén quan trọng đối với hệ thống lạnh giống như trái tim của cơ thể sống. Máy nén giữ vai trò quyết định đối với :

- Năng suất lạnh,
- Suất tiêu hao điện năng,
- Tuổi thọ,
- Độ tin cậy và an toàn của hệ thống lạnh.

Chính vì vậy, tự động hóa máy nén lạnh đóng vai trò quan trọng nhất đối với việc tự động hóa hệ thống lạnh.

Tự động hóa máy nén lạnh bao gồm :

- Điều chỉnh tự động năng suất lạnh,
- Điều khiển điện động cơ máy nén và bảo vệ động cơ máy nén,
- Bảo vệ máy nén khỏi các chế độ làm việc nguy hiểm như áp suất đầu đẩy quá cao, áp suất hút quá thấp, hiệu áp suất đầu quá thấp, nhiệt độ đầu đẩy quá cao, nhiệt độ đầu quá cao, mức dầu trong các te quá cao hoặc quá thấp, thiếu nước làm mát đầu xilanh, nhiệt độ nước vào làm mát đầu xilanh quá cao...
- Báo hiệu chế độ dừng, làm việc cũng như báo hiệu và báo động các chế độ làm việc bình thường, nguy hiểm cũng như sự cố.

### 4.2. ĐIỀU CHỈNH NĂNG SUẤT LẠNH MÁY NÉN PITTÔNG

Năng suất lạnh của máy nén cũng như của hệ thống lạnh bao giờ cũng được thiết kế theo giá trị cực đại, ở điều kiện vận hành khác nghiệt nhất nên đại đa số thời gian vận hành là thừa năng suất. Điều chỉnh năng suất lạnh nhằm mục đích vận hành một cách tối ưu và kinh tế, duy trì nhiệt độ yêu cầu trong buồng lạnh không đổi ở các điều kiện vận hành thay đổi.

Điều chỉnh năng suất lạnh máy nén pittông có những phương pháp cơ bản sau :

- 1 - Đóng ngắt máy nén "ON-OFF".
- 2 - Tiết lưu hơi hút.
- 3 - Bypass tự động hay xả hơi nóng ở đường đẩy quay trở lại đường hút theo nhánh phụ.
- 4 - Vô hiệu hóa từng xilanh hoặc từng cụm xilanh trên một máy nén nhiều xilanh.
- 5 - Thay đổi vòng quay trục khuỷu của máy nén.



Chọn phương pháp điều chỉnh năng suất lạnh nào là tùy thuộc vào tính chất của đối tượng làm lạnh, độ chính xác nhiệt độ cần duy trì trong buồng lạnh, kiểu loại máy nén, phương pháp truyền động, đặc điểm cấu tạo máy nén... Khi điều chỉnh năng suất lạnh, có thể giảm số lần khởi động xuống đáng kể, giảm hao mòn cho các cơ cấu truyền động. Động cơ cũng làm việc ở chế độ thuận lợi hơn nên khả năng kéo dài tuổi thọ động cơ lớn. Bảng 4.1 giới thiệu đặc điểm cấu tạo và phương pháp điều chỉnh năng suất lạnh của các cỡ máy lạnh khác nhau.

**BẢNG 4.1. Đặc điểm cấu tạo và phương pháp điều chỉnh năng suất lạnh theo cỡ máy nén**

TT	Cỡ máy nén	Van công tác kiểu	Nguyên tắc điều chỉnh năng suất lạnh	Tác động	Cấp điều chỉnh	Công tổn hao
1*	Máy nén nhỏ	Lá	Đóng - ngắt ON-OFF	Động cơ truyền động	2 vị trí ON-OFF	Công khởi động
2	Máy nén đến 20 kW	Lá	Tiết lưu đường hút	Đường ống hút	Vô cấp	Tổn thất ma sát ; Tổn thất tiết lưu
3	Máy nén đến 20 kW	Lá	Tiết lưu từ đường đẩy về đường hút	Bypass	Vô cấp	Toàn bộ công suất dư
4	Máy nén đến 70 kW	Lá	Thông khoang hút và đẩy	Bypass	Như số xilanh hoặc từng cụm xilanh	Tổn thất ma sát ; Tổn thất hiệu áp van
5	Máy nén đến 70 kW	Lá	Xả ngược	Ống xả ngược	Như số xilanh	Ma sát
6	Máy nén lớn	Vòng	Xả ngược	Van hút	Như số xilanh hoặc cụm xilanh	Ma sát

#### 4.2.1. Đóng ngắt máy nén "ON-OFF"

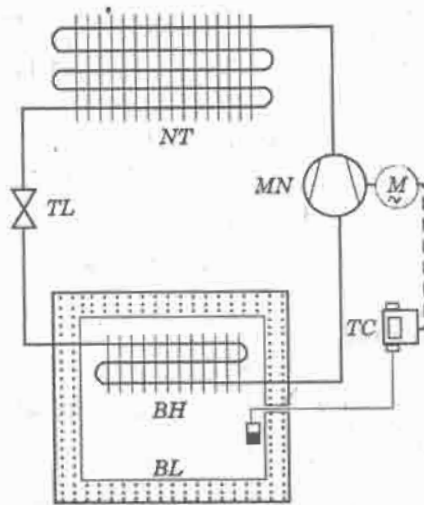
Phương pháp đóng ngắt máy nén kiểu điều chỉnh hai vị trí ON-OFF thường sử dụng cho các hệ thống lạnh nhỏ và rất nhỏ, động cơ máy nén thường nhỏ hơn 20 kW. Ứng dụng đặc biệt rộng rãi cho các tủ lạnh gia đình, thương nghiệp, buồng lạnh lắp ghép, các loại máy điều hòa nhiệt độ phòng...

*Ưu điểm* : đơn giản, rẻ tiền, lắp đặt bảo dưỡng sửa chữa dễ dàng.

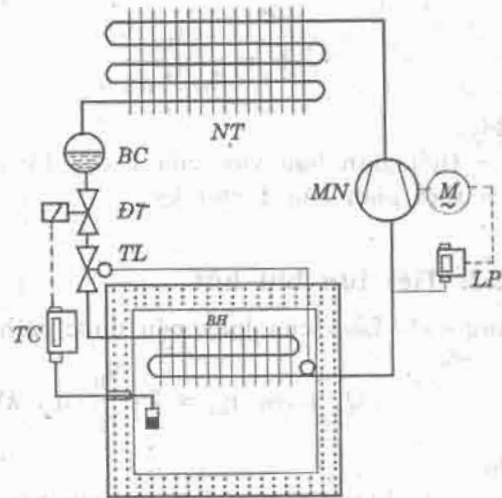
*Nhược điểm* : có tổn thất do khởi động động cơ nhiều lần ; chỉ sử dụng cho các loại máy nén nhỏ. Độ dao động sai số lớn, không áp dụng được cho các yêu cầu chính xác cao.

Các dụng cụ điều chỉnh hai vị trí cho máy nén thường là role nhiệt độ, role áp suất thấp. Trong các hệ thống lạnh nhỏ mà thiết bị tiết lưu là ống mao thì role nhiệt độ làm nhiệm vụ đóng ngắt trực tiếp máy nén còn đối với các hệ thống có van tiết lưu và bình chứa thì role nhiệt độ đóng ngắt van điện từ cấp lỏng và role áp suất thấp làm nhiệm vụ đóng ngắt máy nén (xem mạch pump down và pump out trong chương 2).

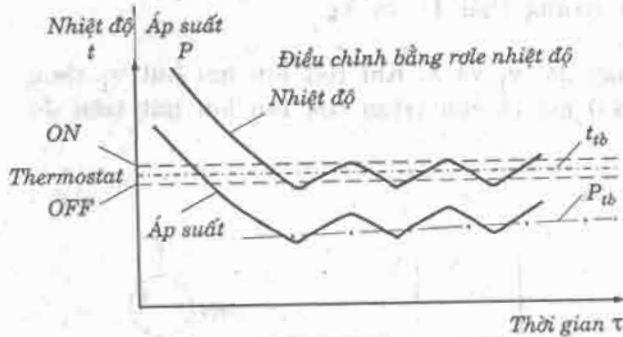
Hình 4.1 giới thiệu sơ đồ máy lạnh dùng trực tiếp role nhiệt độ để đóng ngắt máy nén lạnh. Hình 4.2 là sơ đồ dùng gián tiếp role nhiệt độ qua role áp suất thấp. Khi nhiệt độ trong buồng lạnh đạt yêu cầu, role nhiệt độ ngắt mạch van điện từ. Van DT đóng ngừng cấp lỏng cho dàn bay hơi, áp suất p giảm xuống nhanh chóng, role áp suất ngắt máy nén. Hình 4.3 và 4.4 giới thiệu đặc tính nhiệt độ buồng lạnh và áp suất bay hơi.



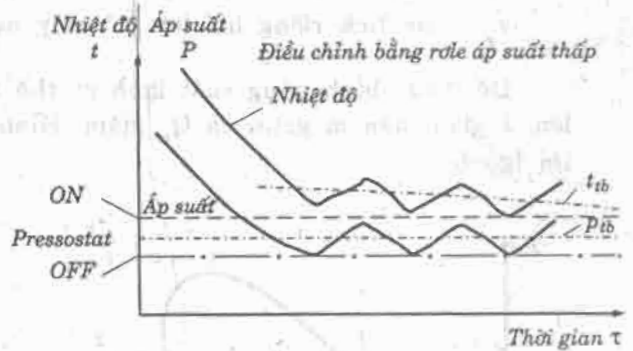
Hình 4.1. Máy nén lạnh dùng rơle nhiệt độ trực tiếp đóng ngắt máy nén :  
 MN - Máy nén ; M - Động cơ (Motor) máy nén ;  
 NT - Dàn ngưng tụ ; TL - Tiết lưu (ống mao dẫn) ;  
 BH - Dàn bay hơi ; BL - Buồng lạnh cách nhiệt ;  
 TC - Rơle nhiệt độ (Thermostat).  
 (TC = Temperature Control).



Hình 4.2. Điều chỉnh năng suất lạnh hai vị trí gián tiếp qua rơle áp suất thấp LP (Low Pressure Switch) :  
 DT - Van điện từ ; BC - Bình chứa cao áp ;  
 TL - Van tiết lưu nhiệt  
 (các ký hiệu khác như hình 4.1).



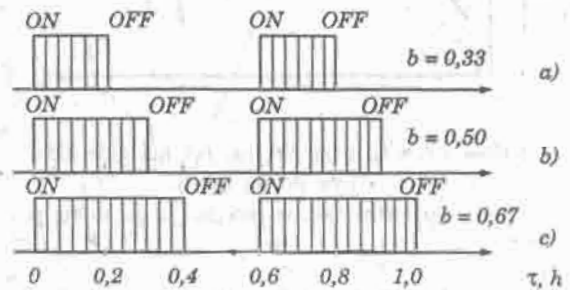
Hình 4.3. Đặc tính nhiệt độ buồng lạnh và áp suất bay hơi tương ứng hình 4.1.



Hình 4.4. Đặc tính nhiệt độ buồng lạnh và áp suất bay hơi tương ứng hệ thống lạnh hình 4.2.

Một vấn đề cần đặc biệt quan tâm khi sử dụng phương pháp điều chỉnh nhiệt độ này là phải tìm được vị trí thích hợp để đặt đầu cảm nhiệt độ để nhiệt độ đó phản ánh đúng nhiệt độ trung bình trong buồng lạnh. Tránh để gập dàn và luồng gió lạnh thổi từ dàn.

Đối với hệ thống lạnh điều chỉnh năng suất lạnh bằng cách đóng ngắt máy nén người ta thường quan tâm đến hệ số thời gian làm việc b. Hệ số thời gian làm việc là tỷ số giữa thời gian làm việc trên thời gian toàn bộ chu kỳ (hình 4.5).



Hình 4.5. Hệ số thời gian làm việc b :

- a)  $b = 0,2/0,6 = 0,33$
- b)  $b = 0,3/0,6 = 0,50$
- c)  $b = 0,4/0,6 = 0,67$ .

$$b = \frac{\tau_{lv}}{\tau_{lv} + \tau_n} \quad (4.1)$$

trong đó :

$\tau_{lv}$  - thời gian làm việc của 1 chu kỳ ;  
 $\tau_n$  - thời gian của 1 chu kỳ.

#### 4.2.2. Tiết lưu hơi hút

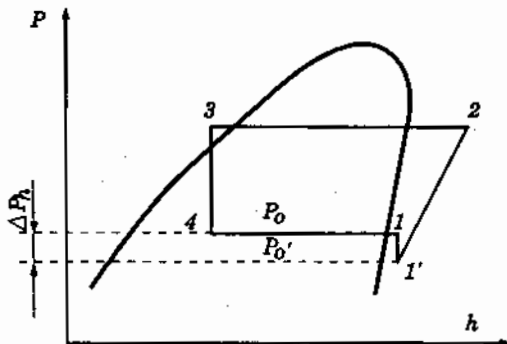
Năng suất lạnh của máy nén được tính theo biểu thức :

$$Q_o = m \cdot q_o = \lambda \cdot \frac{V_{11}}{v_1} \cdot q_o, \text{ kW} \quad (4.2)$$

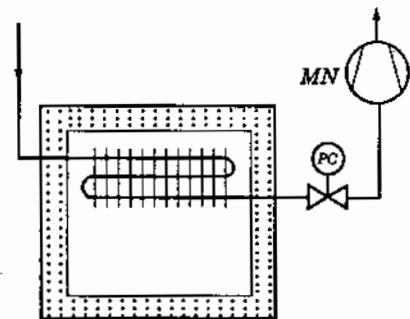
trong đó :

$m$  - lưu lượng môi chất qua máy nén, kg/s ;  
 $\lambda$  - hệ số cấp ;  
 $V_{11}$  - thể tích hút lí thuyết của máy nén  $= \frac{\pi d^2}{4} s \cdot z \cdot n$ , m<sup>3</sup>/s ;  
 $d$  - đường kính pittông, m ;  
 $s$  - khoang chạy pittông, m ;  
 $z$  - số xilanh ;  
 $n$  - tốc độ vòng quay trục khuỷu, vg/s ;  
 $q_o$  - năng suất lạnh riêng khối lượng, kJ/kg ;  
 $v_1$  - thể tích riêng hơi hút về máy nén (trạng thái 1), m<sup>3</sup>/kg.

Để điều chỉnh năng suất lạnh có thể thay đổi  $v_1$  và  $\lambda$ . Khi tiết lưu hơi hút  $v_1$  tăng lên,  $\lambda$  giảm nên  $m$  giảm và  $Q_o$  giảm. Hình 4.6 mô tả chu trình tiết lưu hơi hút trên đồ thị lgp-h.



Hình 4.6. Chu trình tiết lưu hơi hút biểu diễn trên đồ thị lgp-h :  
 1-1' : quá trình tiết lưu hơi hút từ  $p_o$  xuống  $p_o'$ .



Hình 4.7. Sơ đồ thiết bị chu trình tiết lưu hơi hút  
 PC - Van ổn áp và điều chỉnh áp suất hút theo năng suất lạnh yêu cầu.

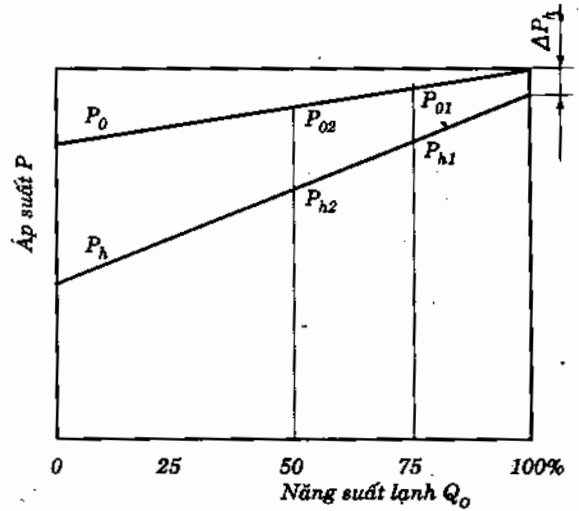
Hình 4.7. và 4.8 giới thiệu sơ đồ thiết bị và biểu đồ năng suất lạnh phụ thuộc vào hiệu áp suất hút  $\Delta p_h$ .

Ở vị trí 100% năng suất lạnh, hiệu áp suất  $\Delta p_h$  là tổn thất áp suất ngay trong dàn bay hơi. Khi điều chỉnh áp suất hút  $p_h$  xuống, năng suất lạnh giảm tương ứng. Thí dụ,

khi mở hoàn toàn van ổn áp năng suất lạnh đạt 100%. Khi điều chỉnh áp suất hút trên van ổn áp xuống  $p_{h1}$ , áp suất sôi giảm xuống  $P_{01}$  và năng suất lạnh giảm xuống còn 75%, khi điều chỉnh  $P_h$  xuống  $P_{h2}$ , áp suất sôi  $p_0$  giảm xuống  $P_{02}$  và năng suất lạnh còn 50%.

Ưu điểm : đơn giản, dễ thực hiện, dễ lắp đặt vận hành bảo dưỡng sửa chữa.

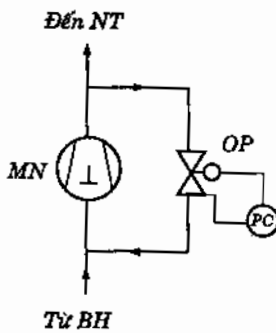
Nhược điểm : tổn thất tiết lưu lớn, hệ số lạnh giảm. Phương pháp điều chỉnh năng suất lạnh này thường gắn liền với quá trình điều chỉnh áp suất bay hơi, gây ra tổn thất áp suất ngay trên vít điều chỉnh làm cho áp suất hút giảm xuống. Nếu chấp nhận tác động đó, cần phải thiết kế dụng cụ điều chỉnh cùng với tổng thể hệ thống lạnh.



Hình 4.8. Biểu đồ năng suất lạnh phụ thuộc vào áp suất hút đặt trên van ổn áp.

### 4.2.3. Xả hơi nén về phía hút

#### 4.2.3.1. Xả hơi nén về đường hút theo bypass



Hình 4.9. Bypass xả hơi nén về đường hút có bố trí van ổn áp OP :

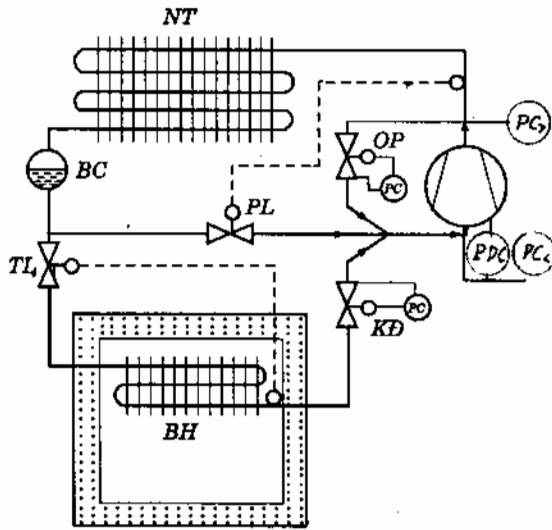
- MN - Máy nén
- NT - Thiết bị ngưng tụ
- BH - Thiết bị bay hơi
- PC - Điều chỉnh áp suất (pressure control).

Ưu điểm : Đơn giản.

Nhược điểm : Do hòa trộn với hơi nóng nên nhiệt độ hơi hút vào máy nén cao làm cho nhiệt độ cuối tầm nén cao làm cho dầu bị lão hóa nhanh, các chi tiết máy nén dễ mài mòn, biến dạng, gãy hỏng... Cần phải khống chế nhiệt độ đầu đẩy xuống dưới  $140^{\circ}\text{C}$  do đó cũng phải hạn chế hơi nóng xả về đường hút và do đó phương pháp này cũng chỉ được hạn chế ứng dụng. Phương pháp này không sử dụng cho môi chất  $\text{NH}_3$  và R22 cũng như các môi chất có nhiệt độ cuối tầm nén cao. Để bảo vệ nhiệt độ đầu đẩy không quá cao người ta bố trí phun lỏng trực tiếp vào đường hút.

#### 4.2.3.2. Xả hơi nén về đường hút có phun lỏng trực tiếp

Hình 4.10 giới thiệu một sơ đồ xả hơi nén về đường hút có phun lỏng trực tiếp để khống chế nhiệt độ cuối tầm nén. Có thể sử dụng van tiết lưu với đầu cảm nhiệt độ đặt trên đường ống dẫn hoặc đường ống hút, cần lưu ý sử dụng van tiết lưu tay kết hợp với một van điện từ và một role nhiệt độ để đóng ngắt van điện từ. Khi nhiệt độ



**Hình 4.10.** Hệ thống lạnh điều chỉnh năng suất lạnh bằng xả hơi nóng về đường hút có phun lỏng bổ sung trực tiếp vào đường hút để khống chế nhiệt độ cuối tầm nén :

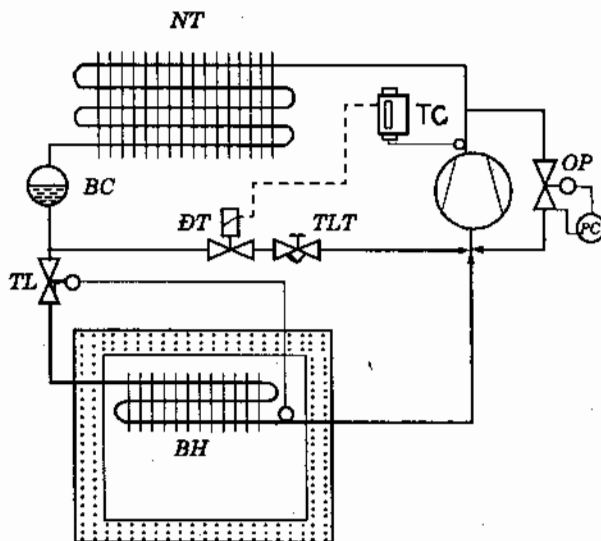
- OP - Van ổn áp xả hơi nén
- PL - Van tiết lưu phun lỏng
- KD - Van khống chế áp suất khi khởi động
- PC<sub>C</sub> - Rơle áp suất cao
- PC<sub>T</sub> - Rơle áp suất thấp
- PDC - Rơle hiệu áp đầu.

dầu dầy vượt quá mức cho phép, rơle nhiệt độ đóng mạch, mở van điện tử phun lỏng vào đường hút máy nén (hình 4.11).

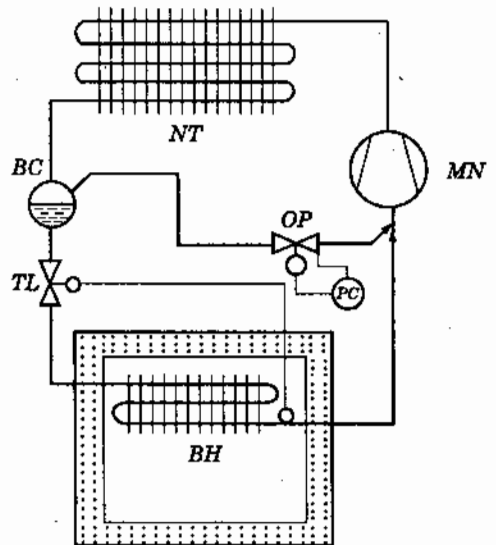
#### 4.2.3.3. Xả hơi từ bình chứa về đường hút

Một phương pháp khác để hạn chế nhiệt độ cuối tầm nén là xả hơi lạnh từ bình chứa cao áp về đường hút. Do hơi ở bình chứa cao áp chỉ có nhiệt độ ngưng tụ nên khi hòa trộn với hơi ra từ bình bay hơi có nhiệt độ thấp hơn nhiều so với xả hơi nóng trực tiếp từ đầu dầy về. Như vậy có thể tiết kiệm được toàn bộ hệ thống phun lỏng với van tiết lưu tay, van điện tử và rơle nhiệt độ.

Tuy nhiên do thiếu các thiết bị khống chế nhiệt độ đầu dầy trên hệ thống lạnh có thể rơi vào tình trạng nhiệt độ đầu dầy vượt mức cho phép khi hơi từ bình chứa đến quá nhiều. Vận hành an toàn ở đây phải nhờ vào kinh nghiệm của công nhân vận hành. Hình 4.12 giới thiệu sơ đồ xả hơi từ bình chứa về đường hút.



**Hình 4.11.** Xả hơi nén về đường hút, phun lỏng qua rơle nhiệt độ TC và van điện tử DT với van tiết lưu tay TLT.



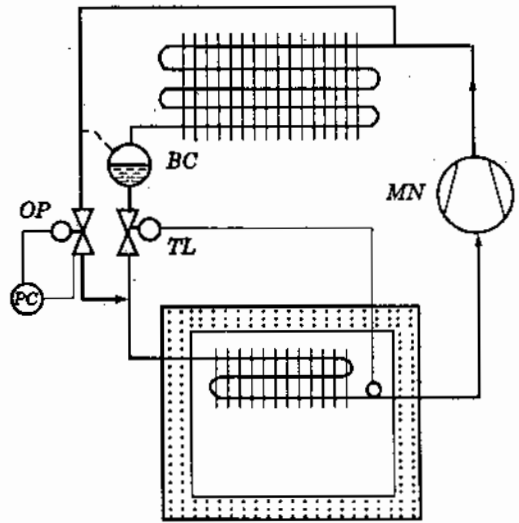
**Hình 4.12.** Điều chỉnh năng suất lạnh bằng cách xả hơi từ bình chứa cao áp về đường hút.

#### 4.2.3.4. Xả hơi nén từ đường đẩy về trước dàn bay hơi (hình 4.13)

Xả hơi nén từ đường đẩy về trước dàn bay hơi là một giải pháp rất hợp lý để hạn chế nhiệt độ dầu đẩy vì độ quá nhiệt của hơi hút về máy nén do van tiết lưu điều khiển. Nếu độ quá nhiệt cao, van tiết lưu sẽ mở rộng hơn cho lưu lượng môi chất lỏng đi qua nhiều hơn. Một ưu điểm khác của phương pháp này là lưu lượng qua dàn giữ ở mức độ bình thường, tốc độ đủ lớn của môi chất lạnh cuốn dầu về máy nén, không có nguy cơ đọng dầu lại dàn bay hơi do lưu lượng quá nhỏ khi điều chỉnh năng suất lạnh.

Cần lưu ý, nếu trước dàn bay hơi có dầu phân phối lỏng thì phải xả trước dầu phân phối lỏng.

Nếu hơi nén có nhiệt độ quá cao, có thể xả từ bình chứa như xả hơi từ bình chứa.



Hình 4.13. Xả hơi nén từ đường đẩy về trước dàn bay hơi.

#### 4.2.3.5. Xả ngược trong đầu xilanh

Phương pháp xả ngược trong đầu xilanh cũng giống như xả hơi nén về đường hút theo bypass nhưng quá trình xả hơi được tiến hành ngay trong đầu xilanh không cần có van ổn áp và chỉ thực hiện cho từng xilanh hoặc từng cụm xilanh bằng cách mở thông khoang nén và khoang hút nối từng xilanh hoặc từng cụm xilanh tương ứng. Thí dụ, máy nén 4 xilanh chia làm 2 cụm thì chỉ có thể điều chỉnh năng suất lạnh theo bậc 0-50-100%, máy nén 8 xilanh chia 4 cụm thì có khả năng điều chỉnh 0-25-50-75-100%. Hình 4.14 giới thiệu đầu máy nén xilanh bố trí hình chữ V với 4 xilanh có trang bị bộ xả ngược trên đầu xilanh. Hình 4.15 mô tả bộ phận điều khiển xả ngược bằng van điện tử trên đầu xilanh. Xả ngược trong đầu xilanh không chỉ để điều chỉnh năng suất lạnh mà còn để giảm tải khi khởi động. Bộ phận xả ngược trên đầu xilanh làm việc như sau :

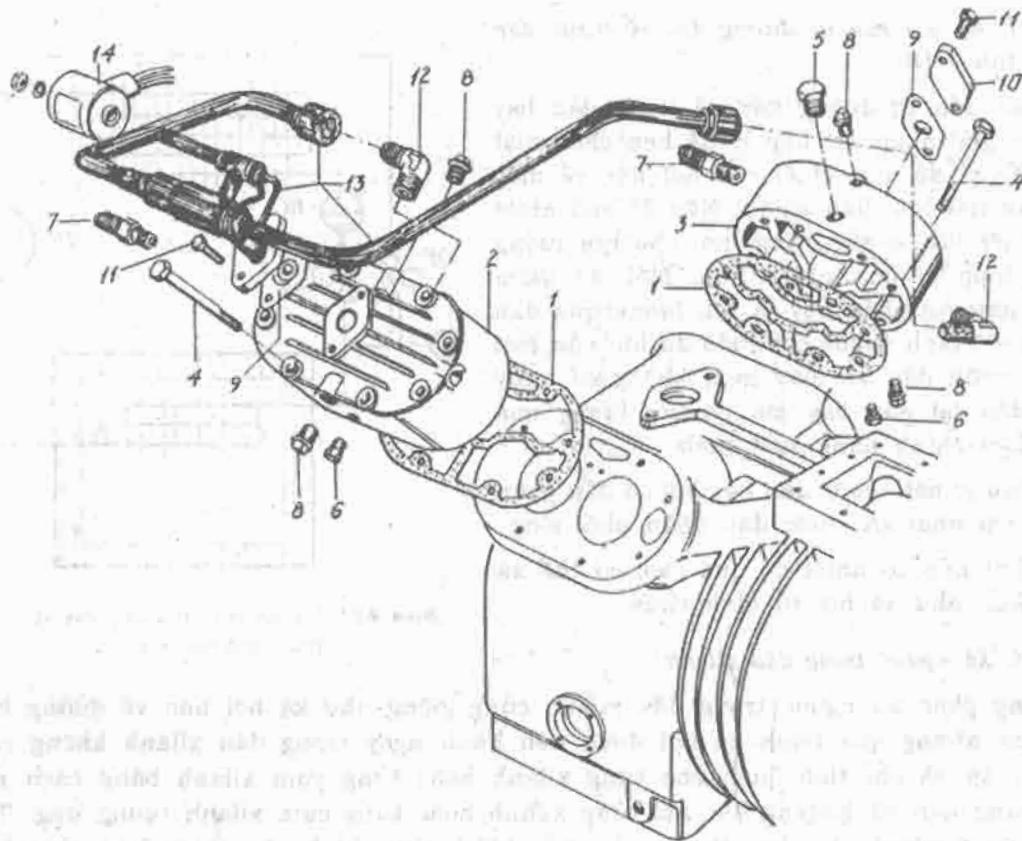
1 - Khi làm việc đầy tải, cuộn dây điện từ không có điện, van điện tử đóng đường ống phía hút trong khi đường ống phía đẩy mở. Do van chính bị đóng nên dòng hơi nén đi qua van một chiều 6 để đến dàn ngưng tụ.

2 - Muốn chuyển xilanh vào làm việc ở chế độ không tải phải đóng mạch van điện tử mở đường điều khiển phía hút, qua đó tác động mở van chính 4 đóng van một chiều 6. Áp suất trên bypass hạ xuống gần bằng áp suất hút, pittông làm việc gần như không tải. Tuy nhiên ở đây vẫn có tổn thất năng lượng do ma sát và do hiệu áp của các lá van, năng lượng tổn thất này biến thành nhiệt làm cho hơi đi vào xilanh thứ 2 nóng lên, gây ra sự tăng nhiệt độ cuối tầm nén. Chính vì vậy, cần phải có làm mát bổ sung đầu máy nén.

### 4.2.4. Vô hiệu hóa từng xilanh hoặc từng cụm xilanh

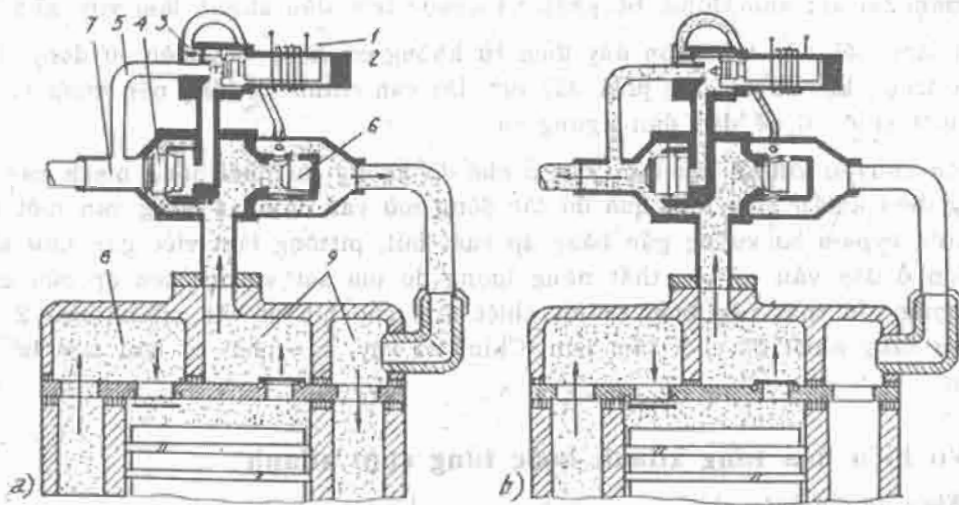
#### 4.2.4.1. Khóa đường hút

Hình 4.16 giới thiệu một cơ cấu dùng van điện tử khóa đường hút vào từng xilanh hoặc từng cụm xilanh. Đây là biện pháp rất đơn giản vì khi ngắt xilanh nào thì chỉ cần khóa đường hút của xilanh đó lại, không cho hơi môi chất đi vào nhưng rất khó thực hiện vì không có không gian bố trí cơ cấu van khóa do đầu xilanh rất hẹp.



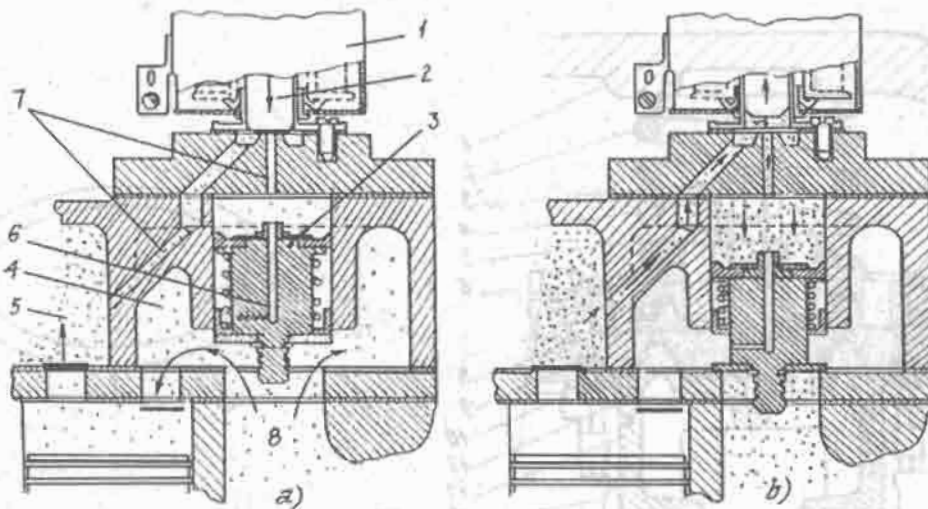
Hình 4.14. Bộ xả ngược trên đầu xilanh :

- 1 - vòng đệm kín giữa tấm van và đầu xilanh ; 2 - đầu xilanh phải ; 3 - Đầu xilanh trái ; 4 - bulông ;  
 5 - bulông bít phía nén ; 6 - bulông bít phía hút ; 7 - kíp ; 8 - bulông bít ; 9 - đệm kín ; 10 - bích chặn ;  
 11 - bulông ; 12 - cắt ren ; 13 - bộ khuếch đại năng suất lạnh ; 14 - cuộn dây điện từ.



Hình 4.15. Bộ điều khiển xả ngược trong đầu xilanh :

- a) Chế độ làm việc có tải (van điện từ không có điện) ; b) Chế độ làm việc không tải ;  
 1 - cuộn dây điện từ ; 2 - lõi sắt (nén bằng lò xo) ; 3 - van bi ; 4 - pittông của van chính ;  
 5 - đường tạo chân không ; 6 - van một chiều ; 7 - đường nối về đường hút của xilanh thứ 2 ;  
 8 - buồng hút ; 9 - buồng nén ; 10 - đường nén ; 11 - lỗ cân bằng hơi.



Hình 4.16. Bộ khóa đường hút điều chỉnh năng suất lạnh :

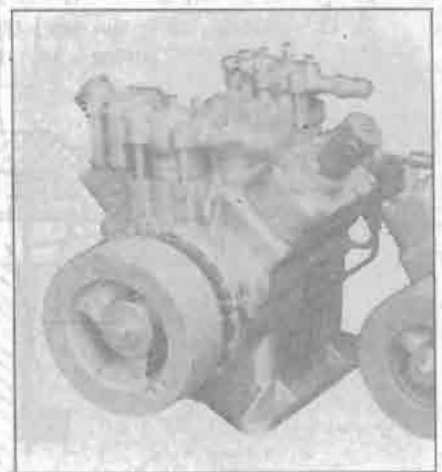
a) Có tải ; b) Không tải.

- 1 - cuộn dây điện tử ; 2 - lõi sắt ; 3 - pittông điều chỉnh của bộ khóa ; 4 - buồng hút ; 5 - buồng đẩy ;  
6 - lỗ cân bằng hơi ; 7 - đường nối với buồng đẩy (hơi nén có áp suất cao) ; 8 - đường hút.

Bộ khóa đường hút hoạt động như sau :

1 - Khi làm việc có tải, van điện tử không có điện, van điện tử đóng, phía trên pittông 3 có áp suất hút, pittông 3 nằm ở phía trên, đường hút thông, hơi môi chất tự do đi vào xilanh, xilanh làm việc có tải bình thường.

2 - Khi làm việc không có tải (điều chỉnh năng suất lạnh) van điện tử được nối điện, kim van điện tử mở, hơi nén áp suất cao đi vào khoang trên pittông 3 và đẩy pittông 3 xuống, khóa đường hút làm cho hơi hút không vào được xilanh. Xilanh làm việc không tải. Hình 4.17 giới thiệu một máy nén có bố trí giảm tải bằng cách khóa đường hút.



Hình 4.17. Hình ảnh một máy nén lạnh có bộ khóa đường hút đặt trên đầu xilanh.

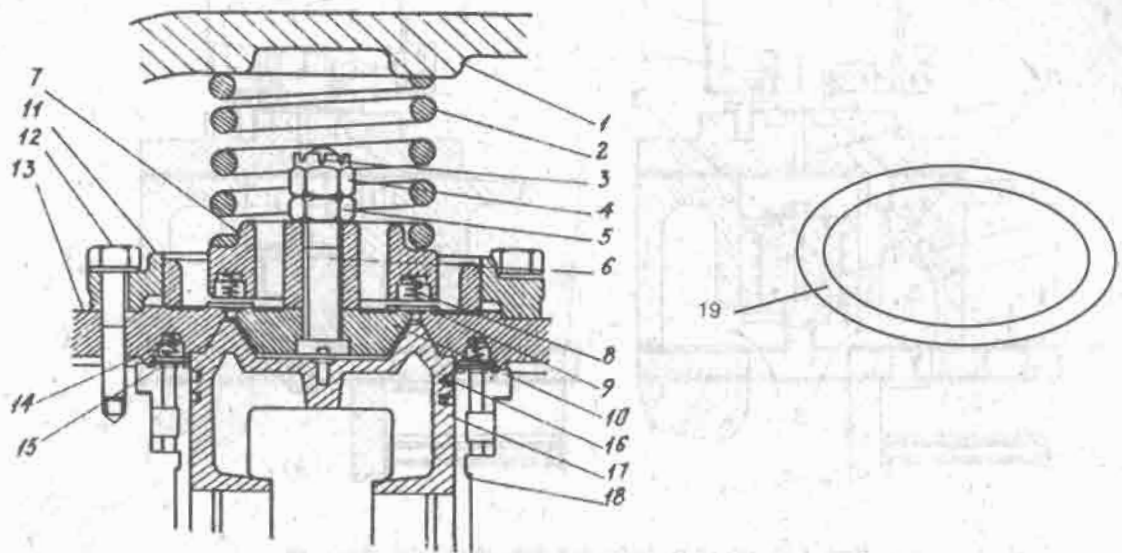
#### 4.2.4.2. Nâng van hút kiểu vòng của MYCOM

Các loại máy nén lớn, có van hút dạng vòng thường người ta bố trí các cơ cấu để nâng van hút, vô hiệu hóa từng xilanh hay từng cụm xilanh. Cơ cấu nâng van hút thường hoạt động bằng áp lực dầu và được điều khiển nhờ van điện tử và dùng để điều chỉnh năng suất lạnh cũng như giảm tải máy nén khi khởi động.

Để nâng van hút có thể dùng phương pháp điện tử như giới thiệu trên hình 4.22 trang 75 tài liệu [1] nhưng phần lớn hiện nay sử dụng cơ cấu cơ khí hoạt động nhờ áp lực dầu. Hình 4.18 giới thiệu đầu xilanh với lá van hút kiểu vòng của máy nén MYCOM (Nhật).

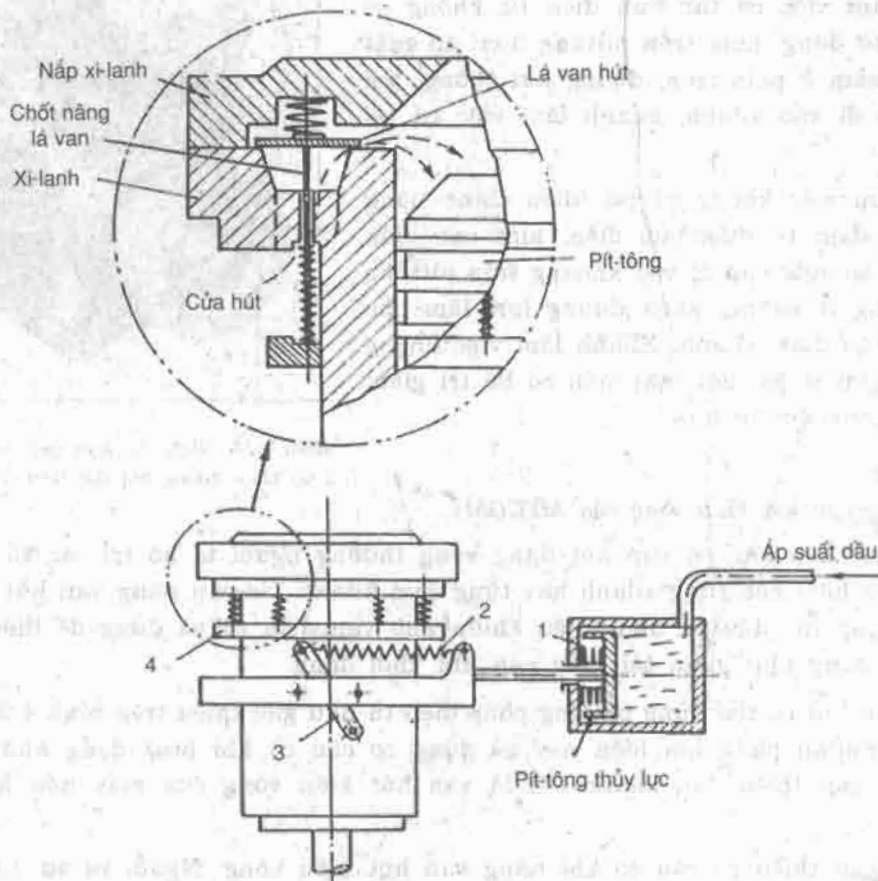
Hình 4.19 giới thiệu cơ cấu cơ khí nâng van hút kiểu vòng. Người ra sử dụng van điện tử ba ngã để điều khiển một pittông thủy lực làm việc theo áp suất dầu. Nguyên tắc làm việc của cơ cấu nâng van như sau :





Hình 4.18. Dầu xi-lanh với cụm van hút và dấy kiểu vòng (MYCOM) :

- 1 - nắp ngoài xi-lanh ; 2 - lò xo an toàn ; 3 - chốt chặn ; 4 - êcu xê ; 5 - êcu ; 6 - bu-lông ; 7 - lồng van xả ; 8 - lò xo van xả ; 9 - lá van xả kiểu vòng ; 10 - ổ tựa van xả ; 11 - vòng dẫn hướng lồng van xả ; 12 - bu-lông ; 13 - tấm van ; 14 - lò xo van hút ; 15 - tấm van hút dạng vòng ; 16 - séc măng ; 17 - pittông ; 18 - xi-lanh ; 19 - tấm van hút dạng vòng (hình không gian).



Hình 4.19. Nguyên tắc làm việc của cơ cấu cơ khí nâng lá van dạng vòng :

- 1,2 - lò xo ; 3 - tay đòn ; 4 - vòng đỡ chốt quay lá van.

### 1 - Làm việc có tải

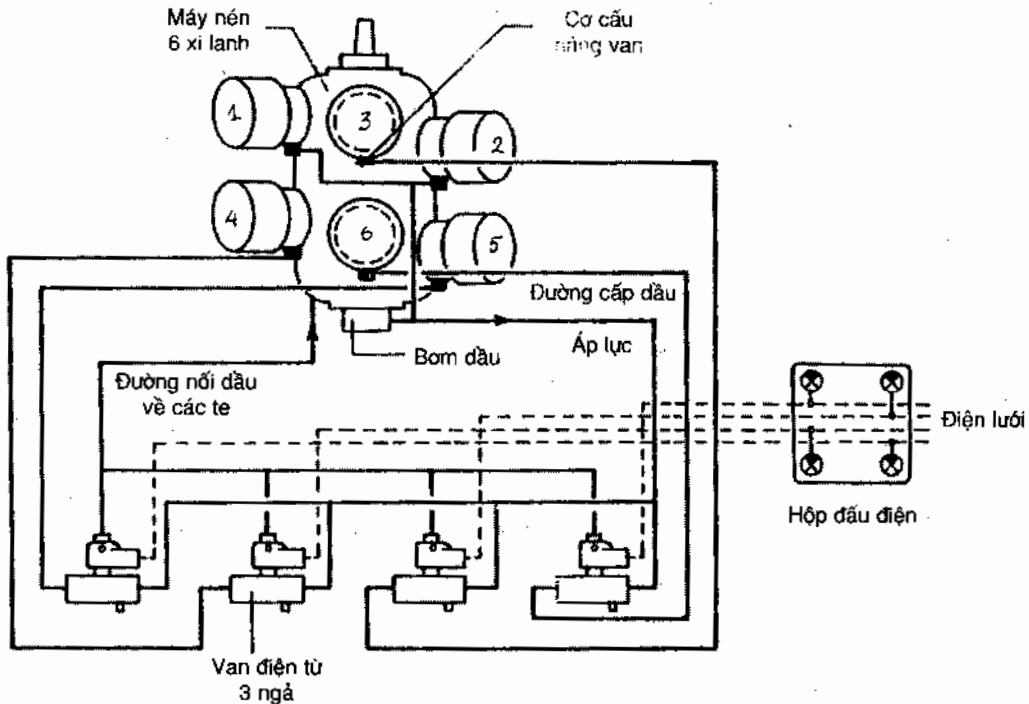
Làm việc có tải khi có áp suất dầu. Pittông thủy lực bị đẩy về phía bên trái, vòng đỡ chốt nâng van hạ xuống, van hút làm việc bình thường.

### 2 - Làm việc không tải

Làm việc không tải khi không có áp suất dầu. Pittông thủy lực bị lực lò xo 1 đẩy về phía trái, lò xo 2 bị kéo căng kéo tay đòn 3 về phía phải nâng vòng đỡ 4 lên, ép lá van hút dạng vòng lên phía trên, vô hiệu hóa tác dụng của lá van, pittông làm việc không tải.

Khi khởi động, áp suất dầu chưa có nên tất cả các xilanh có cơ cấu nâng van đều ở trạng thái không tải nên máy nén khởi động dễ dàng (có giảm tải khi khởi động). Khi đã đạt đến tốc độ định mức thì cũng là lúc bơm dầu đạt được áp suất dầu bình thường, các xilanh mới đi vào làm việc có tải.

Hình 4.20 biểu diễn sơ đồ hệ thống thủy lực được điều khiển bằng van điện tử để nâng van hút giảm tải và điều chỉnh năng suất lạnh cho một máy nén 6 xilanh của hãng Grasso (Hà Lan).



Hình 4.20. Sơ đồ hệ thống thủy lực điều khiển van điện tử để nâng van hút giảm tải và điều chỉnh năng suất lạnh của hãng Grasso (Hà Lan).

Cả 6 xilanh được giảm tải khi khởi động, nhưng chỉ 4 xilanh 3, 4, 5, 6 là có thể điều chỉnh năng suất lạnh còn hai xilanh 1 và 2 được nối tắt với đường cấp dầu áp lực nên khi máy nén hoạt động, áp suất dầu xuất hiện, xilanh 1 và 2 tự động làm việc có tải.

Máy nén 6AV95 của nhà máy chế tạo thiết bị lạnh Long Biên - Hà Nội chế tạo theo mẫu máy nén MYCOM cũng sử dụng nguyên tắc nâng van tương tự. Điều khiển áp lực dầu có thể bằng van điện tử hoặc van tay ba ngã. Cơ cấu nâng van là một vòng cam (chi tiết 10 hình 3.22b tài liệu [1]). Khi vòng cam dịch chuyển về bên phải, máy nén làm việc đầy tải và khi vòng cam dịch chuyển về bên trái, máy nén làm việc với một phần tải.

#### 4.2.4.3. Cơ cấu nâng van hút kiểu vòng của YORK

Các nhà chế tạo máy nén lạnh nổi tiếng của Mỹ đều có những thiết kế cơ cấu nâng van hút riêng. Sau đây là một số cơ cấu đó. Hình 4.21 giới thiệu cơ cấu nâng van của YORK cho các loại máy nén nhiều xilanh bố trí hình chữ V hoặc W.

Giống như máy nén MYCOM, phía dưới của lá van hút bố trí nhiều chốt nâng có lò xo. Toàn bộ chốt nâng này tỳ lên ống trượt 4. Khi nâng ống trượt lên, toàn bộ chốt nâng lá van hút lên để vô hiệu hóa xilanh. Để nâng ống trượt người ta bố trí một xilanh dầu 2 có vấu ăn vào ống trượt. Xilanh 2 có thể chuyển động lên xuống trong khi pittông 1 là cố định. Khi không có áp lực dầu (khi máy nén dừng, không hoạt động hoặc khi van phân phối dầu phía dưới ngắt), nhờ lực lò xo nén 3, xilanh dầu bị đẩy lên trên, kéo ống trượt lên, các chốt nâng lá van hút. Khi máy nén khởi động, các lá van đang ở trạng thái mở nên máy nén được giảm tải hoàn toàn. Chỉ khi nào xuất hiện áp lực dầu (do bơm dầu hoạt động cùng máy nén), dầu đi vào trong xilanh dầu, kéo xilanh dầu 2 xuống phía dưới, đồng thời kéo ống trượt xuống, lá van hút hạ xuống và quá trình nén bắt đầu. Khi đó máy nén cũng đạt tới tốc độ định mức.

Nguyên tắc làm việc của van phân phối dầu hay van điều chỉnh chức năng lạnh như sau :

Dầu có áp lực vào van theo ống 12, vào xilanh phân phối 8, tác động lên pittông rãnh 9. Một phần dầu chảy qua lỗ dầu bố trí trên mặt pittông vào không gian làm việc của pittông và chảy qua lỗ bố trí trên chi tiết đệm 15 và lỗ của van điều áp 16 ở vị trí a để chảy về cacte máy nén. Tùy theo vị trí của kim van điều chỉnh, trên đầu của pittông có lò xo nén sẽ có hiệu áp khác nhau.

Ngay khi áp suất trong cacte hay áp suất hút giảm xuống thấp hơn áp suất đặt trong van điều khiển, kim van sẽ chuyển động về phía bên phải và giảm dần cửa thoát của van điều chỉnh. Khi van đóng hoàn toàn, áp lực dầu sẽ cân bằng ở hai phía trước và sau của pittông rãnh và pittông rãnh sẽ được đẩy về tận cùng phía phải. Qua đó, tất cả các đường dẫn dầu đến các xilanh dầu được nối với cacte máy nén qua các rãnh của pittông phân phối dầu và qua lỗ b trên thân xilanh 8. Dầu còn chứa ở các xilanh dầu chảy về cacte. Các clapê hút bị nâng lên và máy nén chạy hoàn toàn không tải.

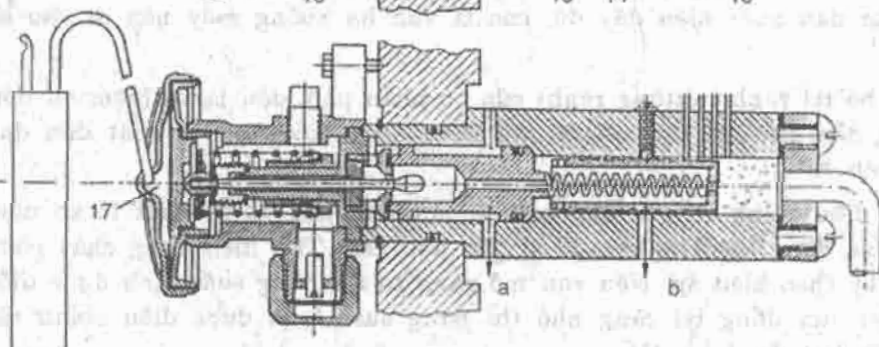
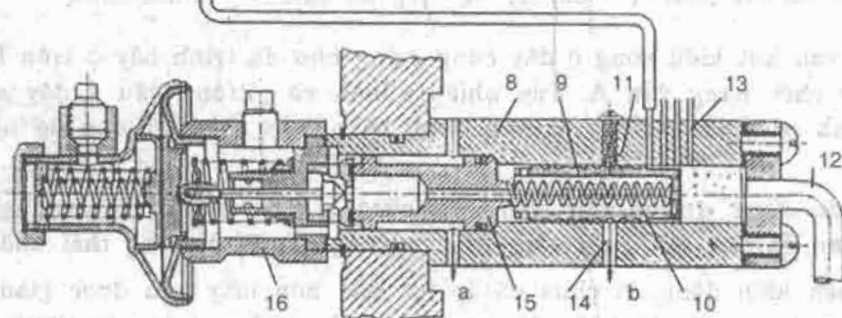
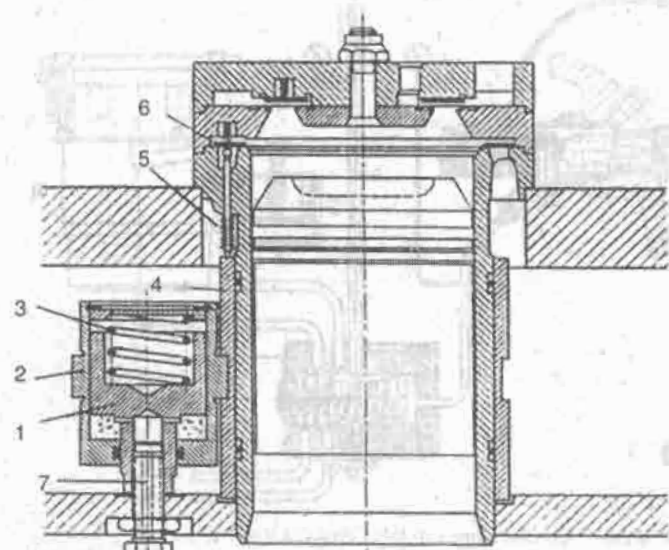
Ngược lại, khi áp suất trong cacte tăng lên và vượt quá áp suất đặt ở van một giá trị nhất định, toàn bộ cửa thoát của van vẫn mở, hiệu áp suất tác động lên đầu pittông rãnh đạt giá trị tối đa, pittông rãnh chuyển động đến tận cùng phía trái và mở các cửa thoát 13 để dầu đi vào các xilanh dầu 2. Xilanh kéo theo ống trượt đi xuống, các van hút hạ xuống và hoạt động, máy nén làm việc đầy tải.

Tùy theo hiệu áp dầu tác động lên bề mặt pittông rãnh mà một số nào đó của ống dẫn dầu 13 bị ngắt không có dầu vào và các xilanh tương ứng có van hút bị nâng và bị vô hiệu hóa. Áp lực tác động lên bề mặt pittông rãnh phụ thuộc chủ yếu vào vị trí của kim van 16.

Hai viên bi 11 có lò xo nén bố trí trên thân xilanh 8 làm cho chuyển động của pittông phân phối dầu chuyển động theo từng nấc qua lại làm cho việc đóng thêm và ngắt bớt từng xilanh hoặc từng cụm xilanh tiến hành một cách dứt khoát.

Trên hình 4.21 ở giữa là van màng. Phía phải của màng là áp suất cacte hay áp suất hút, bên trái của màng là áp suất không khí với lực đặt của lò xo (lực điều chỉnh của lò xo). Van tự động mở khi áp suất hút tăng và tự động đóng khi áp suất hút giảm.

Trên hình 4.21 ở dưới cùng là van điều khiển nhờ nhiệt hay van nhiệt. Van nhiệt cũng có tác động giống như van màng. Khi nhiệt độ tăng ở vị trí đầu cảm nhiệt độ thì áp suất phía bên trái màng lớn hơn áp suất dầu trong xilanh phân phối dầu 8. Màng chuyển động về phía phải và van mở, pittông rãnh 9 chuyển động như đã cắt nghĩa ở trên và điều chỉnh năng suất lạnh bằng cách cắt hoặc đóng thêm xilanh hoạt động.

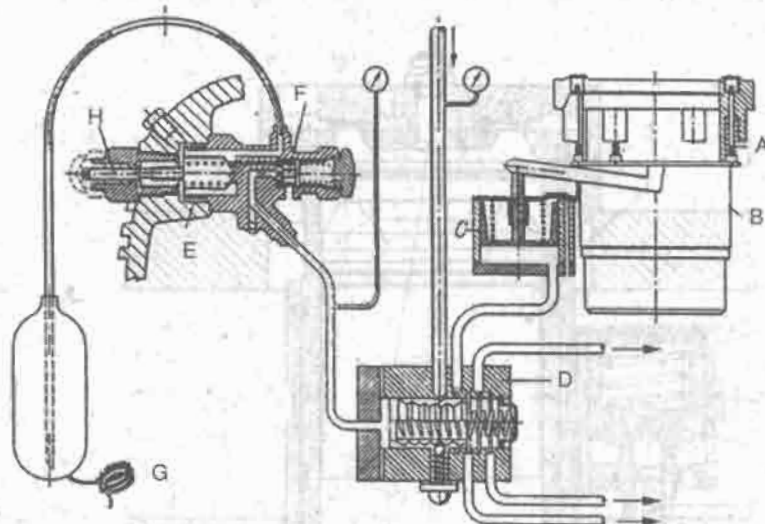


Hình 4.21. Cơ cấu nâng van hút của YORK :

- 1 - pittông ; 2 - xilanh dầu ; 3 - lò xo nén ; 4 - ống trượt ; 5 - chốt nâng van vì lò xo ; 6 - tấm van hút ;
- 7 - lối dầu vào xilanh dầu ; 8 - xilanh phân phối dầu ; 9 - pittông dầu có rãnh ; 10 - lò xo ; 11 - bi thép có
- lò xo nén ; 12 - lối dầu vào xilanh phân phối dầu ; 13 - ống dẫn dầu đến xilanh dầu nâng van hút ;
- 14 - dầu chảy về cacte ; 15 - chi tiết đệm ; 16 - van điều chỉnh áp suất không dôi ; 17 - van nhiệt.

#### 4.2.4.4. Cơ cấu nâng van của CARRIER

Các máy nén bố trí hình chữ V và W của hãng CARRIER cũng hoạt động theo nguyên tắc tương tự. Hình 4.22 giới thiệu sơ đồ điều chỉnh năng suất lạnh của Carrier.



Hình 4.22. Cơ cấu nâng van hút của CARRIER.

A - chốt nâng van ; B - ống trượt ; C - xilanh dầu ; D - bộ phân phối dầu ;  
E - van điều chỉnh ; F - kim van ; G - ống mao dẫn ; H - vít điều chỉnh.

Việc nâng van hút kiểu vòng ở đây cũng giống như đã trình bày ở trên là nhờ ống trượt B và các chốt nâng van A. Tuy nhiên xilanh và pittông dầu ở đây có cấu tạo khác biệt. Xilanh cố định, pittông chuyển động và nhờ cơ cấu tay đòn để nâng và hạ ống trượt.

Khi máy nén dừng, áp lực dầu không có, pittông bị lò xo nén đẩy xuống dưới, ống trượt bị nâng lên, lá van hút kiểu vòng bị nâng lên, xilanh ở trạng thái không tải.

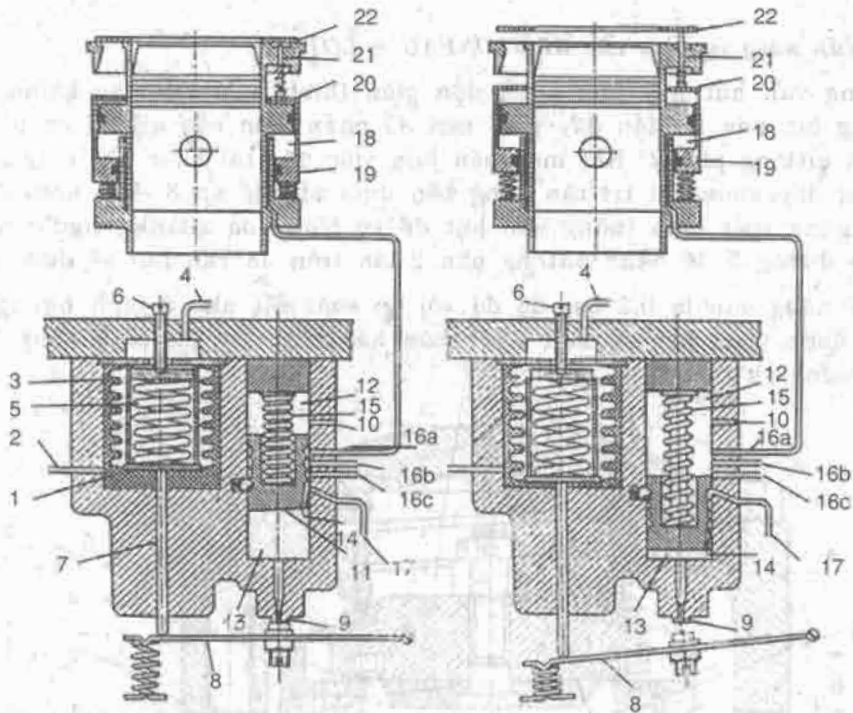
Khi máy nén khởi động, vì chưa có áp lực dầu nên máy nén được giảm tải hoàn toàn. Khi áp lực dầu xuất hiện đầy đủ, các lá van hạ xuống máy nén đi vào làm việc đầy tải.

Pittông có bố trí rãnh (pittông rãnh) của bộ phân phối dầu làm nhiệm vụ đóng hoặc ngắt các đường dẫn dầu tới các xilanh dầu khác nhau tùy theo áp suất dầu được điều chỉnh (đặt) ở van E.

Trong van điều chỉnh E, qua ống mao dẫn G, áp suất hút và áp suất lò xo nén do vít H điều chỉnh, tác động lên kim van F có gắn hộp xếp. Tiết diện dòng chảy của van sẽ được thay đổi tùy theo hiệu áp. Nếu van mở càng to thì năng suất lạnh được điều chỉnh càng lớn và nếu van đóng lại càng nhỏ thì năng suất lạnh được điều chỉnh càng nhỏ tùy theo áp suất hút đã được đặt.

#### 4.2.4.5. Cơ cấu nâng van kiểu vòng của TRANE

Các máy nén tốc độ cao của công ty TRANE đều được trang bị cơ cấu thủy lực dầu để nâng van hút kiểu vòng tương tự. Hình 4.23 giới thiệu cơ cấu điều chỉnh của TRANE. Bộ điều chỉnh gồm một van điều áp (giữ áp suất không đổi) và một bộ phân phối dầu được bố trí phía dưới của máy nén. Màng của hộp xếp 3 được bố trí trong buồng 1 của van điều chỉnh, bị áp suất hút qua cửa 3 tác động. Ở phía trong của màng là áp suất không khí cũng như áp suất đặt do vít 6 và lò xo 5 tác động.



Hình 4.23. Cơ cấu nâng van hút của TRANE :

- a) Phần van điều chỉnh : 1 - buồng van giữ áp suất không đổi ; 2 - kênh nối với phía hút ; 3 - hộp xếp kim loại ; 4 - đường nối phía trong của hộp xếp với không khí bên ngoài ; 5 - lò xo ; 6 - vít điều chỉnh ; 7 - thanh truyền ; 8 - tay đòn có lò xo đỡ và có gắn nút bịt dầu.
- b) Phần phân phối dầu : 9 - lỗ xả dầu ; 10 - ống nối với các-te máy nén ; 11 - pittông có rãnh ; 12 - buồng trên xilanh ; 13 - buồng dưới xi lanh ; 14 - kênh trong xilanh ; 15 - lò xo nén của pittông ; 16a, 16b, 16c - các đường ống dẫn dầu đến các cơ cấu giảm tải ; 17 - đường dẫn dầu từ bơm dầu đến ;
- c) Phần cơ cấu giảm tải : 18 - buồng chứa dầu ; 19 - chi tiết hình khuyên có lò xo nén ; 20 - phía trên chi tiết hình khuyên ; 21 - chốt nâng van có lò xo nén ; 22 - lá van hút hình khuyên.

Khi áp suất hút cao hơn áp suất đặt thì hộp xếp kiểu màng 3 bị co lại (hình 4.23 phía trái) và lỗ xả dầu 9 bị đóng kín. Áp suất dầu được dẫn vào buồng phân phối 13 qua ống dẫn 17 làm chuyển động pittông rãnh 11 lên phía trên và mở một cách dứt khoát các ống dẫn 16a, b, c. Khi đó áp suất hút sẽ giảm xuống một cách nhanh chóng.

Dưới tác dụng của áp lực dầu trong buồng dầu 18, chi tiết hình khuyên 19 chuyển động xuống dưới. Các chốt nâng van 21 tụt xuống, lá van hút 22 hạ xuống vị trí làm việc bình thường, xilanh làm việc có tải.

Nếu áp suất hơi hút giảm xuống dưới giá trị đặt, hộp xếp 3 dãn ra do áp suất lớn hơn ở phía trong hộp xếp (hình 4.23 bên phải), đẩy thanh truyền 7 xuống, tác động lên tay đòn 8, mở lỗ thoát dầu 9. Áp suất ở buồng 13 tiệm tiến đến áp suất các-te và pittông rãnh chuyển động lùi khi áp suất hút tăng và mở tuần tự các ống dẫn dầu 16a, b, c. Dầu có áp lực cao trong các buồng dầu chảy qua buồng phân phối dầu 10 về các-te.

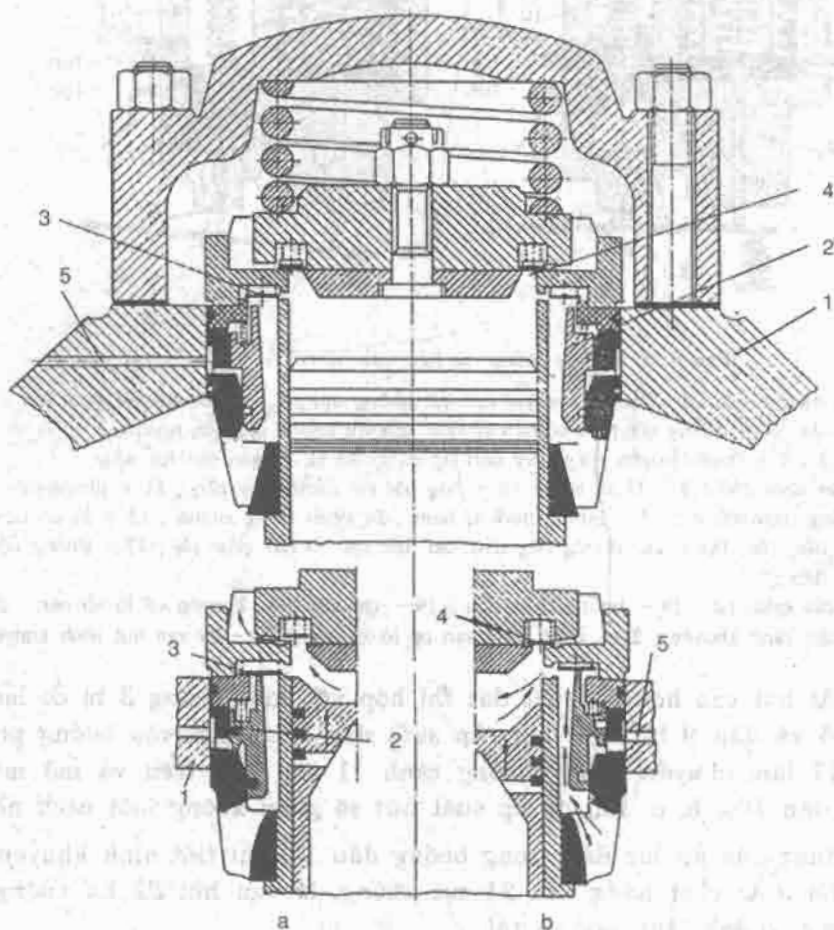
Các lò xo nén lại đẩy chi tiết hình khuyên 19 lên phía trên để nâng lá van hút lên, giảm tải cho xilanh. Xilanh chạy không tải.

Ở buồng giữ áp suất không đổi 2 có thể bố trí bộ điều chỉnh tùy theo yêu cầu. Bộ điều chỉnh có thể làm theo nguyên tắc cảm nhiệt độ, điện, khí nén hoặc thủy lực.

#### 4.2.4.6. Cơ cấu nâng van hút của BRISSONEAU - LOTZ

Cơ cấu nâng van hút này tương đối đơn giản (hình 4.24). Ở đây không sử dụng dầu mà sử dụng hơi nén từ đầu máy nén. Ở phần trên của xilanh có bố trí vòng dẫn hướng 1 và pittông phụ 2. Khi máy nén làm việc đẩy tải hoặc khi máy nén dừng, pittông phụ 2 bị đẩy xuống vị trí tận cùng bên dưới nhờ lò xo 3. Khi khởi động hoặc khi điều chỉnh năng suất lạnh (nâng van hút để vô hiệu hóa xilanh), người ta cho hơi nén đi vào theo đường 5 để nâng pittông phụ 2 lên trên, lá van hút sẽ được nâng lên.

Hiệu áp để nâng van là 0,2 bar do đó với áp suất rất nhỏ ở bình ngưng cũng có thể điều chỉnh được, đảm bảo sự làm việc hoàn hảo của van khi khởi động cũng như khi điều chỉnh năng suất lạnh.



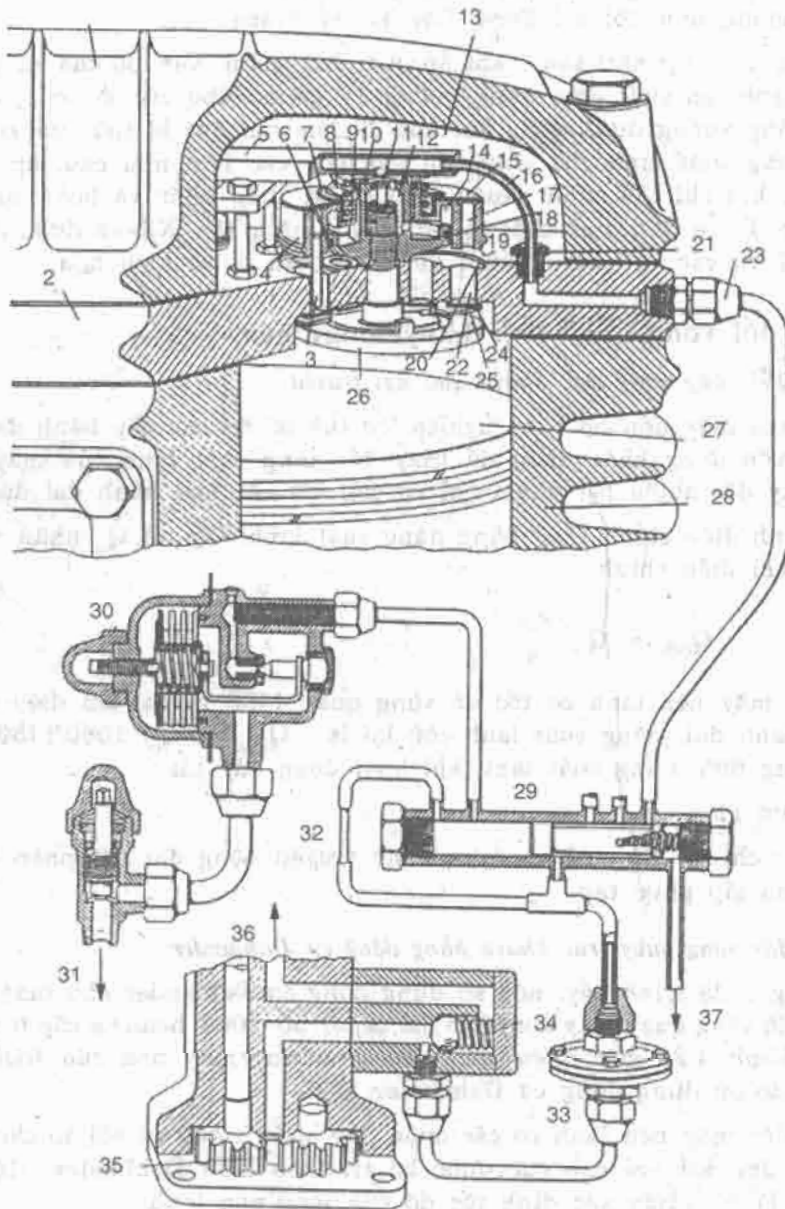
Hình 4.24. Cơ cấu nâng van của Brissoneau - Lotz : 1 - vòng dẫn hướng ; 2 - pittông phụ ; 3 - van hút ; 4 - van nén ; 5 - hơi nén vào.

#### 4.2.4.7. Cơ cấu nâng van của Stal

Hãng Stal (Thụy Điển) sử dụng một cơ cấu nâng van có thể ứng dụng cho các lá van đặt ngay trên nắp xilanh. Nhờ cơ cấu tiết lưu hơi hút vào van mà có thể điều chỉnh vô cấp năng suất lạnh.

Khi ngắt hơi hút hoàn toàn, lá van hút tự động nâng lên. Đồng thời buồng xilanh được nối thông với khoang hút bằng van đặc biệt. Qua đó, tổn thất bơm là rất nhỏ, có thể bỏ qua.

Giống như các hãng khác, hãng Stal của Thụy Điển chế tạo máy nén freon chỉ với 2/3 số xilanh được trang bị cơ cấu giảm tải và điều chỉnh năng suất lạnh nên năng suất lạnh điều chỉnh được khoảng từ 10 + 100%. Ở đây cũng cần lưu ý là tốc độ hơi hút quá nhỏ có thể làm ứ dầu trong dàn bay hơi.



Hình 4.25. Cơ cấu rỗng van của Stal :

1 - nắp xilanh ; 2 - tấm giữa ; 3 - chốt nâng van ; 4 - bộ điều chỉnh ; 5 - phần trên ; 6 - đệm hình khuyên ; 7 - vành đỡ van ; 8 - lò xo ; 9,10 - đệm hình khuyên ; 11 - khóa an toàn ; 12 - kênh dẫn dầu điều chỉnh ; 13 - buồng hút ; 14 - buồng nén điều chỉnh ; 15 - van ; 16 - ống ; 17 - các lỗ khoan cho van hồi ; 18 - tấm đế ; 19, 20 - tiết diện điều chỉnh ; 21 - rắcco ; 22 - các kênh hút ; 24 - van hút ; 25 - lò xo van ; 26 - vòng đỡ ; 27 - pittông máy nén ; 28 - xilanh ; 29 - bộ phân phối ; 30 - van kiểm tra ; 31 - đến đường hút máy nén ; 32 - ống tiết lưu ; 33 - phin lọc ; 34 - bộ điều chỉnh áp suất dầu ; 35 - bơm dầu ; 36 - đến hệ thống bôi trơn của máy nén ; 37 - xả dầu về cacte máy nén.



Bơm dầu 35 bơm dầu qua van giảm áp 34, qua kênh 36 vào máy nén. Dầu vào bộ điều chỉnh với hiệu áp cao hơn ( $p_{oil} - p_1 = 5 \text{ bar}$ ), qua phin 33, bộ phân phối 29 vào bộ điều chỉnh trên dầu xilanh.

Ở chế độ làm việc bình thường, áp suất hút là đại lượng điều chỉnh. Công việc điều chỉnh tiến hành giống như đối với York, Carrier và Trane.

Nguyên tắc hoạt động như sau : khi áp suất hút giảm, van 30 tạo ra một xung để giảm năng suất lạnh, áp suất dầu trong buồng 14 giảm. Nhờ các lò xo 8, chi tiết hình chuông chuyển động xuống dưới, dòng hơi hút đi đến van hút bị tiết lưu xuống áp suất thấp hơn. Nếu năng suất lạnh của máy nén vẫn còn cao hơn nhu cầu, áp lực dầu tiếp tục giảm cho đến khi chi tiết hình chuông đạt vị trí thấp nhất và hoàn toàn đóng kín đường hơi hút vào. Đồng thời, nhờ chốt 3, van hút bị nâng lên. Xilanh được thông khoang hút qua các lỗ 17 và các van hồi. Xilanh đó hoàn toàn bị vô hiệu hóa.

#### 4.2.5. Thay đổi vòng quay trực khuỷu máy nén

##### 4.2.5.1. Thay đổi vòng quay trực khuỷu qua đai truyền

Đối với các loại máy nén hờ công nghiệp, có thể bố trí các cặp bánh đai khác nhau với các tỷ số truyền động khác nhau để thay đổi năng suất lạnh của máy nén. Về lý thuyết có thể thay đổi nhiều bậc thậm chí vô cấp với các loại bánh đai đặc biệt.

Năng suất lạnh điều chỉnh  $Q_{odc}$  bằng năng suất lạnh đầy tải  $Q_o$  nhân với tỷ số tốc độ trước và sau khi điều chỉnh :

$$Q_{odc} = Q_o \cdot \frac{n_{dc}}{n} \quad (4.3)$$

*Thí dụ :* Một máy nén lạnh có tốc độ vòng quay 1450 vg/ph, khi điều chỉnh xuống 1000 vg/ph qua bánh đai, năng suất lạnh còn lại là :  $Q_{odc} = Q_o \cdot 1000/1450 = 0,69 Q_o$ . Năng suất lạnh bằng 69% năng suất lạnh khi hoạt động đầy tải.

Ưu điểm : đơn giản

Nhược điểm : chỉ sử dụng cho máy nén hờ truyền động đai. Bộ phận thay đổi tốc độ cồng kềnh, tháo lắp phức tạp.

##### 4.2.5.2. Thay đổi vòng quay trực khuỷu bằng động cơ Dahlander

Như ở chương 2 đã trình bày, nếu sử dụng động cơ Dahlander cho máy nén, có thể thay đổi được tốc độ vòng quay máy nén theo hai cấp 0-50-100% hoặc ba cấp 0-25-50-100% năng suất lạnh. Hình 4.26 giới thiệu trích đoạn Catalog máy nén của BOCK cho một máy nén hai tốc độ sử dụng động cơ Dahlander.

*Thí dụ 4.1 :* Một máy nén lạnh có các cuộn dây quấn riêng rẽ với số cặp cực là một và hai. Các cuộn dây với hai cặp cực được bố trí theo kiểu Dahlander. Hệ số trượt ở tất cả các tốc độ là 6%. Hãy xác định tốc độ của máy nén lạnh.

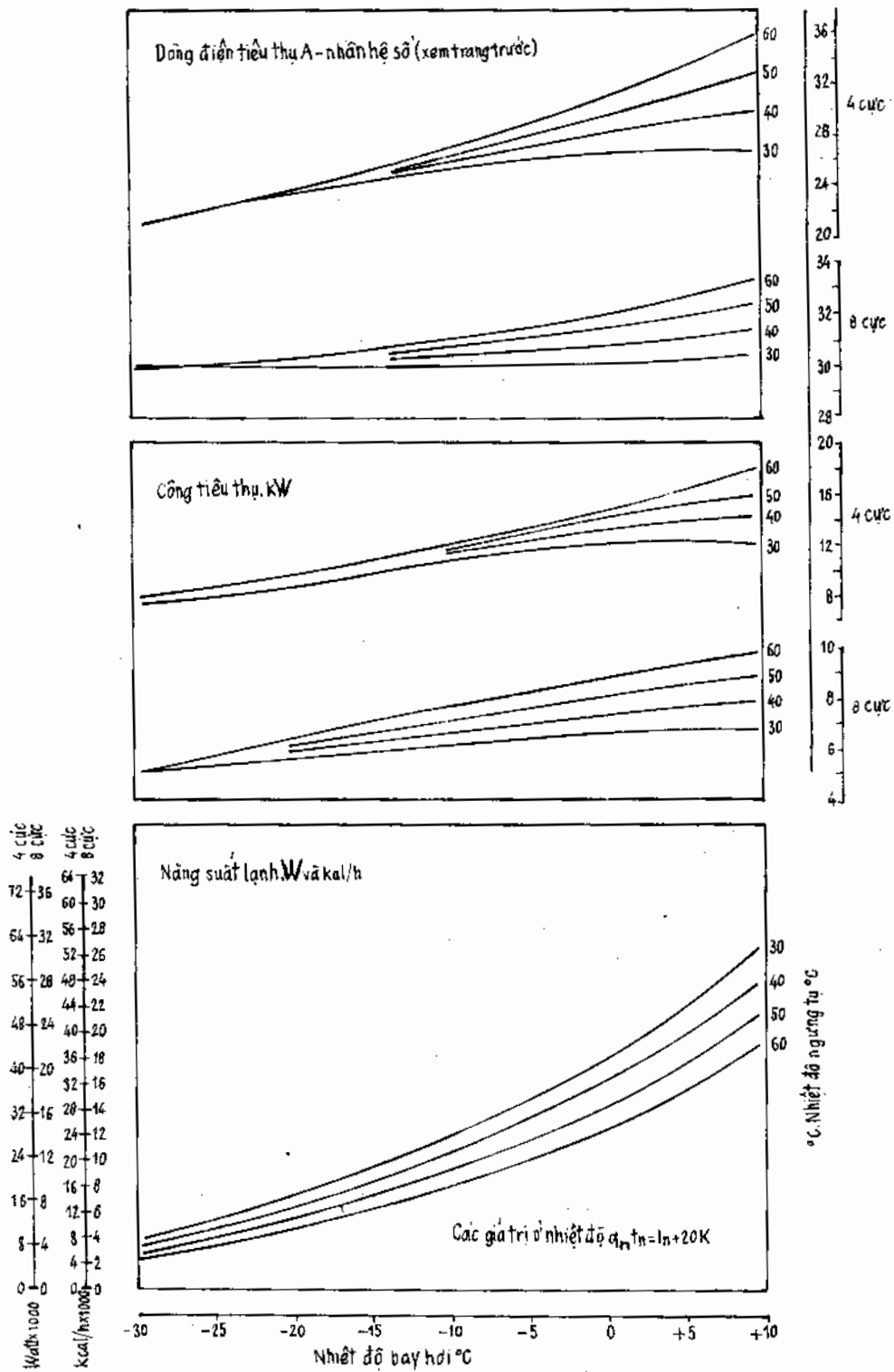
*Giải :*

Tốc độ động cơ được xác định theo biểu thức :

$$n = \frac{f}{p} (1 - s) \quad (4.4)$$

trong đó :

- f - tần số dòng điện, ở đây  $f = 50 \text{ Hz}$  ;
- p - số cặp cực ;
- s - hệ số trượt.



Hình 4.26. Tốc độ vòng quay và năng suất lạnh  $Q_0$  của một máy nén BOCK ở 2 chế độ tốc độ khác nhau.

Khi p = 1 cấp cực :

$$n_1 = \frac{50}{1} (1 - 0,06) = 47 \text{ vg/s} = 2820 \text{ vg/ph}$$

Khi p = 2 cấp cực :

$$n_2 = \frac{50}{2} (1 - 0,06) = 23,5 \text{ vg/s} = 1410 \text{ vg/ph}$$

Khi đấu theo kiểu Dahlander :

$$n_D = \frac{1410}{2} = 705 \text{ vg/ph}$$

Như vậy, động cơ có ba tốc độ và máy nén có thể điều chỉnh được năng suất lạnh theo 0-25-50-100%.

#### 4.2.5.3. Thay đổi tốc độ vô cấp qua máy biến tần

Điều chỉnh chính xác và kịp thời năng suất lạnh và các thiết bị kèm theo vừa đúng phụ tải yêu cầu là biện pháp tiết kiệm năng lượng tối ưu. Chỉ có phương pháp thay đổi tốc độ qua máy biến tần mới đáp ứng được yêu cầu trên. Cùng một lúc có thể thay đổi tốc độ vô cấp máy nén lạnh, quạt dàn lạnh, dàn ngưng hoặc bơm nước giải nhiệt, bơm nước lạnh các loại. Khả năng tiết kiệm năng lượng cao hơn hẳn so với các phương pháp khác nhưng nhược điểm của phương pháp này là giá rất đắt.

Hiện nay, nhiều hãng nổi tiếng trên thế giới về lạnh và điều hòa không khí đã nghiên cứu và áp dụng hệ điều khiển tốc độ VSD (Variable Speed Drive) bằng máy biến tần cho các hệ thống lạnh và DHKK như hãng Daikin (Nhật) sử dụng cho hệ thống DHKK kiểu VRV (Variable Refrigerant Volume) hoặc hãng Danfoss (Đan Mạch) cho cả hệ thống lạnh và DHKK. Sử dụng bộ biến tần (Frequency Converters) có thể loại bỏ được toàn bộ các bộ điều khiển truyền thống như khởi động động cơ  $\lambda/\Delta$ , khởi động mềm, điều khiển đóng mở clapê gió (damper) hay gọi chung là điều khiển đóng mở đầu vào IGV (Inlet Guide Vane). Hiệu quả tiết kiệm năng lượng cũng hơn hẳn. Ngoài ra bộ điều khiển biến tần còn có những ưu điểm khác như :

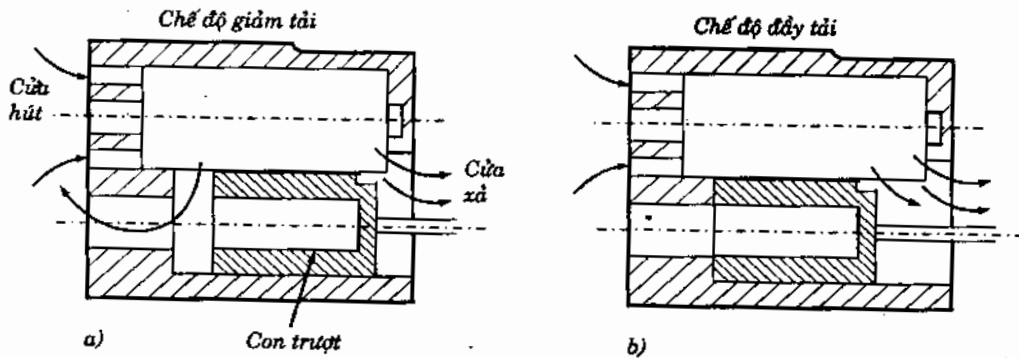
- Khi khởi động, dòng khởi động thấp hơn nhiều so với khởi động trực tiếp LRA = 7FLA (Locked Rotor Amperes = 7 lần Full Load Amperes), khởi động  $\lambda/\Delta$  (= 4FLA) do đó không cần nguồn cung cấp công suất lớn.

- Do đặc điểm của bộ biến tần rất đắt nhưng khả năng tiết kiệm năng lượng lớn nên chắc chắn sẽ được sử dụng rộng rãi trong tương lai. Theo tính toán, thời gian hoàn vốn do tiết kiệm năng lượng chỉ từ 1 đến 2,5 năm.

### 4.3. ĐIỀU CHỈNH NĂNG SUẤT LẠNH CÁC LOẠI MÁY NÉN KHÁC

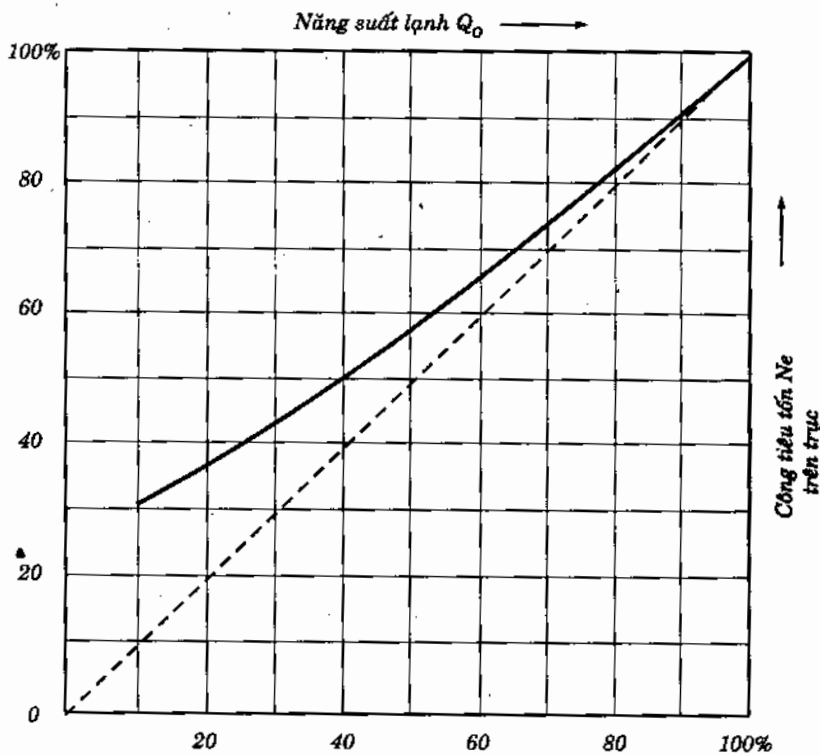
#### 4.3.1. Điều chỉnh năng suất lạnh máy nén trục vít

Đối với máy nén trục vít, năng suất lạnh có thể điều chỉnh được vô cấp từ 100% xuống đến 10% nhờ điều chỉnh con trượt bố trí bên dưới song song với hai vít. Khi con trượt dịch chuyển càng nhiều sang bên phải, lưu lượng hơi nén quay lại của hút càng lớn, năng suất lạnh càng nhỏ. Khi con trượt được điều chỉnh về tận cùng phía trái, năng suất lạnh đạt 100%, lượng hơi quay trở lại của hút bằng không. Hình 4.27 giới thiệu cơ chế điều chỉnh năng suất lạnh bằng con trượt trên máy nén trục vít kiểu 2 trục.



Hình 4.27. Cơ chế điều chỉnh năng suất lạnh bằng con trượt :  
 a) chế độ giảm tải ; b) chế độ đầy tải.

Công tiêu tốn cho máy nén có hiệu suất kém dần khi giảm tải càng nhiều. Đồ thị biểu diễn trên hình 4.28 giới thiệu sự phụ thuộc của công tiêu tốn vào năng suất lạnh điều chỉnh. Ở chế độ đầy tải ( $Q_0 = 100\%$ ), công tiêu tốn  $N = 100\%$  nhưng khi năng suất lạnh giảm còn 10% thì công tiêu tốn vẫn còn 30%. Như vậy, ở chế độ giảm tải 10%, công tiêu tốn gấp 3 lần cho một đơn vị lạnh so với khi chạy ở chế độ đầy tải.



Hình 4.28. Sự phụ thuộc của công tiêu tốn vào năng suất lạnh điều chỉnh ở chế độ giảm tải.

### 4.3.2. Điều chỉnh năng suất lạnh máy nén turbin

Sự điều chỉnh năng suất lạnh của một máy nén turbin luôn gắn liền với sự thay đổi áp suất do đường cong đặc tính p-V đặc biệt của nó. Khi lưu lượng thể tích tụt

xuống dưới giá trị tối thiểu máy nén đạt tới giá trị tới hạn, nghĩa là lưu lượng thể tích trở nên thiếu ổn định bởi tốc độ không nâng được áp suất đầu đẩy đạt tới áp suất ngưng tụ. Hướng dòng chảy tức thời bị đảo ngược, cho đến khi dòng chảy ngược đó tác động làm bánh cánh quạt đủ lưu lượng thể tích, để tái thiết lại quá trình làm việc bình thường. Nếu không đạt được trạng thái làm việc bình thường, máy nén cứ tiếp tục làm việc mất ổn định giữa hai trạng thái đó dẫn đến việc máy bị rung động một cách dữ dội. Trong thực tế có 4 phương pháp điều chỉnh  $Q_0$  máy nén turbin như sau :

*a) Điều chỉnh tốc độ vòng quay*

Đây là phương pháp điều chỉnh kinh tế nhất và có thể điều chỉnh qua truyền động bằng turbin hơi hoặc khí hoặc qua một động cơ điện có thể điều chỉnh được tốc độ. Nếu động cơ điện có số cặp cực không đổi thì có thể sử dụng hộp giảm tốc độ điều chỉnh tốc độ hoặc khớp nối lỏng và có thể sử dụng cả máy biến tần.

*b) Điều chỉnh bằng tiết lưu*

Nếu không điều chỉnh được tốc độ vòng quay có thể sử dụng phương pháp tiết lưu đường hút hoặc đường đẩy. Dạng điều chỉnh này không kinh tế bởi vì có tổn thất tiết lưu. Nói chung người ta thường dùng phương pháp tiết lưu đường hút bởi vì người ta có thể tránh xa được giới hạn bơm và như vậy có thể đưa lưu lượng xuống được thấp hơn.

*c) Điều chỉnh hướng xoắn dòng*

Năng suất lưu lượng của một cấp nén tỷ lệ với sự xoắn dòng trong bánh cánh quạt. Thông thường khi dòng hơi đi vào máy nén turbin không có sự xoắn dòng. Bằng cách điều chỉnh cánh quạt, trên bánh cánh quạt có thể tạo ra đường hút có ít hoặc nhiều xoắn dòng sơ bộ. Qua đó có thể điều chỉnh được lưu lượng ngay khi tốc độ vòng quay là không đổi.

*d) Điều chỉnh ống khuếch tán*

Phương pháp này khá cầu kỳ nên cũng rất ít được ứng dụng. Phương pháp điều chỉnh này thực hiện nhờ điều chỉnh cánh quạt trên bánh cánh quạt phía sau ống khuếch tán và có thể đẩy giới hạn bơm xuống thấp hơn.

## 4.4. TỰ ĐỘNG BẢO VỆ MÁY NÉN LẠNH

### 4.4.1. Giới thiệu chung

Bảo vệ tự động máy nén lạnh là giữ an toàn cho máy nén khỏi sự cố, hỏng hóc bất thường khi làm việc ở chế độ nguy hiểm xảy ra. Hệ thống thiết bị tổng thể để thực hiện chức năng đó gọi chung là hệ thống bảo vệ tự động ACC (Automatic Compressor Control).

Mỗi hệ thống bảo vệ tự động ACC bao gồm một hoặc nhiều các thiết bị dụng cụ, khí cụ tự động, có đặc tính role (role bảo vệ). Các phần tử đầu ra của các thiết bị bảo vệ tự động đó dùng để đóng hoặc ngắt mạch trong các sơ đồ điện bảo vệ (xem chương 2) và có thể có tiếp điểm hoặc không có tiếp điểm. ACC có thể tác động một lần nhưng cũng có thể tự động đóng mạch trở lại khi đại lượng bảo vệ trở lại giá trị cho phép.

*Hệ thống tác động một lần* tác động dừng máy nén khi bất kỳ một role bảo vệ nào trên chuỗi bảo vệ mắc nối tiếp tác động và không khởi động lại máy nén nếu công nhân vận hành không tác động đóng mạch.

Hệ thống tác động một lần được sử dụng rộng rãi, chủ yếu trong các trường hợp khi dừng máy nén cũng không ảnh hưởng nghiêm trọng đến quá trình công nghệ (thí

du làm hư hỏng sản phẩm). Đi theo hệ thống này thường có hệ thống báo động đặc biệt để công nhân vận hành kịp thời xử lý.

*Hệ thống tự động đóng mạch* là hệ thống có thể tự động đóng mạch trở lại. Hệ thống tự động đóng mạch được sử dụng cho các hệ thống lạnh mà sự ngừng làm việc một thời gian ngắn của máy nén có thể ảnh hưởng đến quá trình công nghệ hoặc bảo quản sản phẩm, nhưng không được dẫn tới những sự cố tai nạn với hậu quả nghiêm trọng. Hệ thống được sử dụng đặc biệt cho các loại máy lạnh nhỏ như tủ lạnh gia đình, máy điều hòa nhiệt độ phòng, các loại tủ và buồng lạnh thương nghiệp.

Đôi khi người ta kết hợp cả hai hệ thống bảo vệ cho một đối tượng cần bảo vệ, nhưng ở đây phải thiết kế mạch điện bảo vệ sao cho phần cơ bản phải do hệ tác động một lần tác động còn hệ tự động đóng mạch trở lại chỉ hoạt động khi thông số điều chỉnh đã được phục hồi rồi mới cho máy nén chạy trở lại.

Trong thực tế còn có một dạng bảo vệ khác gọi là bảo vệ liên động. Đặc điểm của bảo vệ liên động là khi role bảo vệ của các máy và thiết bị khác liên quan tới sự làm việc của máy nén tác động thì máy nén cũng dừng hoạt động. Thí dụ, khi bơm nước cho bình ngưng tự không hoạt động thì máy nén không hoạt động ; khi bơm nước lạnh hoặc nước muối cho bình bay hơi không hoạt động thì máy nén cũng không hoạt động...

Bảo vệ liên động loại trừ khả năng máy nén làm việc hoặc khởi động khi các thiết bị liên quan có trục trặc. Sau đây là các dạng bảo vệ cho máy nén pittông.

#### 4.4.2. Các dạng bảo vệ máy nén pittông

Các dạng bảo vệ cho máy nén pittông trình bày dưới đây không chỉ dành riêng cho máy nén pittông mà nhiều dạng cũng được ứng dụng cho các loại máy nén khác như máy nén rôto, trục vít, turbin. Tuy nhiên, do đặc điểm cấu tạo có dạng bảo vệ chỉ sử dụng cho máy nén pittông.

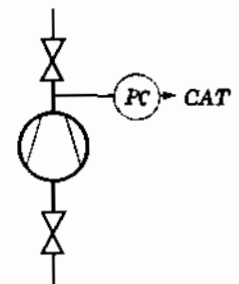
Hệ thống bảo vệ tự động ACC gồm nhiều hoặc ít thiết bị và dụng cụ là tùy thuộc vào năng suất lạnh của máy nén hay cỡ máy, kiểu máy và tất nhiên các yêu cầu tự động bảo vệ do các ứng dụng đặc biệt của máy nén.

##### 4.4.2.1. Bảo vệ áp suất đầu đẩy HPC (High Pressure Control)

Dùng để bảo vệ máy nén khỏi bị hỏng khi nhiệt độ ngưng tụ tăng quá mức cho phép hoặc khi khởi động mà van chặn phía đầu đẩy chưa mở.

Tất cả các máy lạnh công nghiệp đều được trang bị thiết bị bảo vệ loại này. Đối với các máy nén lớn có thể là các thiết bị tác động một lần, đối với các máy nhỏ có thể là loại tự động đóng mạch trở lại.

Thiết bị bảo vệ áp suất thường là loại role áp suất cao. Tín hiệu áp suất thường lấy ngay trên nắp pittông hoặc trước van chặn đầu đẩy (hình 4.29). Role áp suất còn gọi là Pressostat hoặc PC (Pressure Controller).



Hình 4.29. Role áp suất cao bảo vệ áp suất đầu đẩy :  
PC- High Pressure Switch  
CAT - Chuỗi An Toàn.

##### 4.4.2.2. Bảo vệ áp suất đầu hút LPC (Low Pressure Control)

Bảo vệ áp suất đầu hút nhằm tránh tình trạng máy nén làm việc ở chế độ không thuận lợi có thể gây cháy máy nén, đặc biệt điều kiện bôi trơn thường rất kém khi áp suất đầu hút giảm quá mức.

Nguyên nhân chủ yếu làm cho áp suất dầu hút giảm là do chế độ cấp môi chất lỏng cho dàn bay hơi không đảm bảo, hoặc do phụ tải nhiệt của bình bay hơi bị giảm đột ngột vì bơm nước muối bị hỏng, quạt gió bị hỏng, tuyết đóng trên dàn quá dày cản trở trao đổi nhiệt...

Để bảo vệ áp suất dầu hút người ta dùng role áp suất thấp. Role áp suất thấp được nối với đường hút, ngay sau van chặn hút (hình 4.30).

Trên nhiều hệ thống lạnh nhỏ và trung bình, role áp suất hút dùng để điều chỉnh năng suất lạnh kiểu hai vị trí đóng ngắt cùng với một van điện từ đứng trước van tiết lưu (hình 4.2). Khi nhiệt độ phòng lạnh đủ thấp, role nhiệt độ ngắt mạch van điện từ, van điện từ ngừng cấp lỏng cho dàn bay hơi, áp suất hút giảm xuống nhanh chóng và role áp suất thấp ngắt mạch máy nén. Khi nhiệt độ buồng lạnh tăng, role nhiệt độ mở van điện từ, áp suất tăng, role áp suất thấp lại đóng mạch cho máy nén hoạt động.

Trong thực tế đôi khi áp suất cao và thấp gộp làm một trong một vỏ gọi là role áp suất cao và thấp hay role áp suất kết hợp.

#### 4.4.2.3. Bảo vệ hiệu áp suất dầu

Bảo vệ hiệu áp suất dầu được sử dụng cho những máy nén có hệ thống bôi trơn cưỡng bức bằng dầu. Áp suất dầu ở đây không đóng vai trò quan trọng. Hiệu áp suất dầu mới là thông số quan trọng để đánh giá quá trình bôi trơn có đảm bảo hay không. Hiệu áp suất dầu được xác định như sau :

$$\Delta P_{oil} = P_{oil} - P_o$$

trong đó :

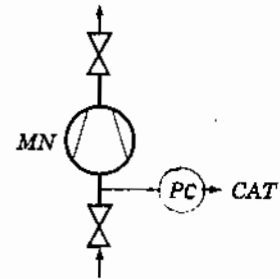
- $P_{oil}$  - áp suất dầu đẩy của bơm dầu,
- $P_o$  - áp suất hút hay áp suất trong khoang cacte.

Hiệu áp suất dầu cần thiết do nhà chế tạo quy định. Áp suất dầu giảm có thể do nhiều nguyên nhân như bơm dầu bị trục trặc, thiếu dầu trong cacte, do độ rơ giữa các bề mặt ma sát quá lớn vì các chi tiết đã quá mòn... Hình 4.31 giới thiệu cách mắc role hiệu áp suất dầu vào máy nén. Role hiệu áp dầu có 2 đường nối vào máy nén : 1- khoang cacte máy nén và 2- đường đẩy của bơm dầu. Nếu trong thời gian máy nén làm việc mà hiệu áp giảm xuống dưới mức quy định thì role ngắt mạch, máy nén dừng chạy. Công nhân vận hành phải tìm sự cố để khắc phục.

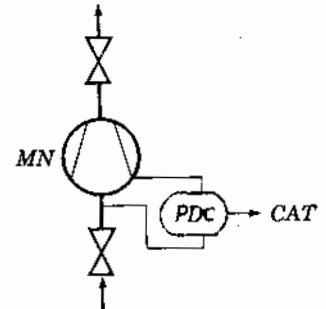
Khi khởi động lại máy nén, trong 120 giây đầu tiên, role hiệu áp suất dầu bị tách ra khỏi mạch máy nén, sau 120 giây khi hiệu áp suất dầu được thiết lập thì role mới được nối vào mạch bảo vệ. Role thời gian (xem chương 2) thực hiện việc tách role hiệu áp dầu ra khỏi mạch. Đối với máy nén  $NH_3$  thời gian trễ ngắn hơn, chỉ khoảng 20 giây.

#### 4.4.2.4. Bảo vệ nhiệt độ dầu đẩy $t_d$

Bảo vệ nhiệt độ dầu đẩy nhằm không cho nhiệt độ đó vượt quá mức cho phép vì khi nhiệt độ dầu đẩy quá cao, dầu bôi trơn có thể bị cháy và phân hủy, môi chất lạnh  $NH_3$  cũng phân hủy ( $NH_3$  phân hủy ở dầu xilanh ngay khi nhiệt độ dầu đẩy đạt  $126^{\circ}C$ ),



Hình 4.30. Role áp suất thấp bảo vệ áp suất hút và điều chỉnh năng suất lạnh ON-OFF  
PC - Role áp suất thấp



Hình 4.31. Role hiệu áp suất dầu bảo vệ hiệu áp suất dầu trong máy nén :

PDC - Role hiệu áp suất dầu

CAT - Chuỗi an toàn.

chất lượng bôi trơn giảm, các chi tiết mài mòn, tuổi thọ giảm, clapê có thể bị gãy hoặc cong vênh, bám muội than do dầu cốc hóa...

Nhiệt độ quá cao ở đầu xilanh còn gây ra tình trạng máy nén tiêu hao năng lượng cao do tỷ số nén cao, giá thành một đơn vị lạnh thấp, nghĩa là máy hoạt động ở chế độ phi kinh tế.

Đối với máy nén nhiều xilanh, khi 1 xilanh có clapê bị vỡ thì rất khó phát hiện mức tăng nhiệt độ ở đầu chung nên tốt nhất mỗi xilanh hoặc mỗi cụm xilanh nên bố trí một đầu cảm nhiệt độ.

Bảo vệ nhiệt độ dầu dầy đơn giản nhất là sử dụng role nhiệt độ (thermostat). Ngoài ra có thể sử dụng khí cụ PTC thermistor đồng thời với bảo vệ cuộn dây động cơ như chương 2 đã trình bày. Hình 4.32 giới thiệu role nhiệt độ bảo vệ nhiệt độ dầu dầy.

Nhiệt độ dầu dầy chỉ được bảo vệ cho các máy nén cỡ trung và cỡ lớn.

#### 4.4.2.5. Bảo vệ nhiệt độ dầu ở các máy nén

Nhiệt độ dầu quá lớn làm giảm tác dụng của quá trình bôi trơn do đó cần khống chế nhiệt độ dầu không vượt quá giới hạn cho phép. Điều đó càng quan trọng trong điều kiện vận hành khắc nghiệt về mùa hè ở Việt Nam. Thông thường các nhà chế tạo yêu cầu nhiệt độ dầu phải nhỏ hơn 60°C. Nếu vượt quá giới hạn trên các ổ trục, bạc biên có thể bị cháy, các bề mặt ma sát có thể bị cháy và bị bó, gây hỏng hóc nặng nề cho máy nén. Bởi vậy, máy nén lạnh sử dụng trong điều kiện Việt Nam, đặc biệt máy nén amoniác nên bố trí bộ làm mát dầu bằng nước.

Bảo vệ nhiệt độ dầu ở các máy đơn giản nhất là dùng role nhiệt độ. ngoài ra có thể sử dụng khí cụ kiểu PTC thermistor như đã trình bày ở chương 2. Đầu cảm phải bố trí trong đáy dầu.

#### 4.4.2.6. Bảo vệ nhiệt độ ổ đỡ và các cụm chi tiết ma sát

Nhằm tránh tình trạng cháy các chi tiết này do thiếu dầu bôi trơn hoặc các đường ống dẫn dầu bị tắc cục bộ. Loại bảo vệ này chỉ trang bị cho máy nén cỡ lớn. Loại bảo vệ này khó sử dụng role nhiệt độ. Khí cụ PTC thermistor có thể phù hợp hơn cho loại hình bảo vệ này vì việc bố trí đầu cảm nhiệt thuận tiện hơn.

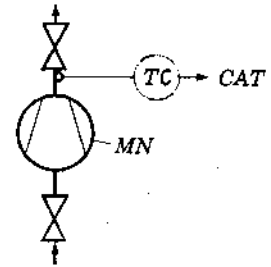
#### 4.4.2.7. Bảo vệ nhiệt độ cuộn dây động cơ

Khi làm việc quá tải, khi mất pha, lệch pha cuộn dây động cơ cần được bảo vệ khi nhiệt độ cuộn dây vượt quá mức cho phép (thường 130°C) gây cháy động cơ. Dạng bảo vệ này chỉ sử dụng cho máy nén kín và nửa kín. PTC thermistor có đầu cảm được gắn trực tiếp ngay lên cuộn dây quấn động cơ nhằm lấy tín hiệu kịp thời đặc biệt khi động cơ bị đoản mạch.

Ngoài việc bảo vệ nhiệt độ cuộn dây, động cơ cần được bảo vệ điện như bảo vệ ba pha, mất đối xứng pha và quá tải bằng các khí cụ điện thông thường như role nhiệt, aptômat, côngtactơ, cầu chì...

#### 4.4.2.8. Bảo vệ nước làm mát đầu máy nén

Tránh tình trạng nhiệt độ đầu máy nén tăng cao cần phải bảo vệ nước làm mát đầu máy nén ở áo nước làm mát. Dụng cụ bảo vệ là loại role lưu lượng hay role dòng



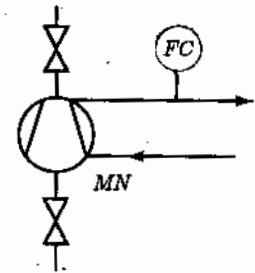
Hình 4.32. Khống chế nhiệt độ dầu dầy bằng role nhiệt độ : TC- role nhiệt độ (thermostat) ; CAT - chuỗi an toàn.



chảy FC (Flow Controller). Role lưu lượng thường được bố trí vào sơ đồ tự động đóng mạch trở lại.

Đặc biệt trong điều kiện vận hành ở Việt Nam, không những cần role lưu lượng mà còn phải hạn chế nhiệt độ đầu dầy.

Máy nén lạnh phần lớn được thiết kế chế tạo tại các nước ôn đới, khi vận hành ở các nước nhiệt đới, tất cả các thông số thiết kế như nhiệt độ nước làm mát vào, diện tích trao đổi nhiệt của áo nước, nhiệt độ cuối tầm nén, lượng nhiệt cần thải đều đạt các giá trị tới hạn nên tuổi thọ máy nén giảm đáng kể so với các số liệu cho trong catalog của nhà thiết kế. Hình 4.33 giới thiệu sơ đồ bảo vệ nước làm mát đầu máy nén bằng role lưu lượng (xem thêm h. 12.31).



Hình 4.33. Sơ đồ bảo vệ nước làm mát đầu máy nén FC - role lưu lượng (Flow Control).

#### 4.4.2.9. Bảo vệ máy nén không hút phải ẩm

Đối với máy nén amoniác cỡ lớn cần thiết phải bảo vệ máy nén không hút phải ẩm, không tràn lỏng về máy nén, loại trừ va đập thủy lực gây hỏng hóc phá hủy máy nén. Khi vận hành máy nén amoniác ta gặp phải một mâu thuẫn, một mặt phải hạ nhiệt độ hơi hút xuống gần bằng nhiệt độ bay hơi để đảm bảo nhiệt độ cuối tầm nén không cao, mặt khác phải tăng độ quá nhiệt hơi hút để máy nén không hút phải lỏng. Kinh nghiệm vận hành cho thấy độ quá nhiệt hơi hút từ  $5 + 10^{\circ}\text{C}$  là hợp lý.

Để ngăn ngừa ẩm lọt vào máy nén, phải ngăn ngừa sự ứ lỏng trong các bình (thí dụ bình bay hơi, bình tách lỏng) trên tuyến ống hút về máy nén.

Dạng bảo vệ này thực hiện nhờ role mức lỏng lắp đặt trên bình bay hơi hoặc bình tách lỏng trên tuyến ống hút máy nén. Do tính chất quan trọng đặc biệt này mà thường sử dụng tới hai hoặc ba role mức lỏng cho cùng một bình tách lỏng hoặc bay hơi.

#### 4.4.3. Nguyên tắc cấu tạo hệ thống bảo vệ (Chuỗi An Toàn) CAT

Những yêu cầu cơ bản của hệ thống bảo vệ CAT (Chuỗi An Toàn) là có độ tin cậy cao, có thể đạt được bằng các biện pháp sau :

- Sử dụng những dụng cụ và những phần tử trung gian hiện đại, có độ tin cậy cao,
- Giảm tới mức tối thiểu các phần tử trung gian,
- Trong trường hợp sử dụng các dụng cụ có tiếp điểm điện nên sử dụng các dụng cụ có tiếp điểm thường đóng, đảm bảo chuyển tín hiệu khi đường dây bị đứt hoặc mất nguồn điện,
- Tiến hành các công tác kiểm tra, hiệu chuẩn và dự phòng cần thiết.

Trong một số trường hợp có thể dự trừ ngắt mạch thiết bị tự động để thực hiện công việc hiệu chuẩn.

Phổ biến hơn cả là sơ đồ bảo vệ với sự kết hợp liên tiếp các role bảo vệ thành chuỗi an toàn CAT. Khi đó các tiếp điểm làm việc theo nhóm. Nhóm thứ nhất bao gồm các tiếp điểm của role bảo vệ, chỉ ngắt trong các trường hợp xảy ra sự cố, tai nạn (role áp suất hút và đẩy, role nhiệt độ...). Nhóm thứ 2 gồm các tiếp điểm ngắt khi vận hành bị trục trặc, thí dụ như ở mỗi lần dừng máy (áp suất của hệ thống dầu bôi trơn, lưu lượng nước làm mát...).

Như đã trình bày ở trên, các tiếp điểm của nhóm 2 cần phải có mạch phụ trong thời gian khởi động máy nén.

Các hệ thống bảo vệ của máy nén cỡ trung và cỡ lớn cần được trang bị các thiết bị báo hiệu và báo động bằng âm thanh và ánh sáng cho phép công nhân vận hành xác định được thiết bị tự động nào đã tác động và ngắt mạch máy nén. Những vấn đề này đã được giới thiệu ở chương 2.

#### 4.4.4. Bảo vệ máy nén trục vít

Bảo vệ máy nén trục vít không khác biệt nhiều so với bảo vệ máy nén pittông. Khác biệt cơ bản là máy nén trục vít có vòng tuần hoàn dầu, nên ở máy nén trục vít cũng có thêm các dụng cụ bảo vệ vòng tuần hoàn dầu (xem 2.3.5 chương 2).

Các dạng bảo vệ chủ yếu của máy nén trục vít là :

- Bảo vệ áp suất dầu đẩy với role áp suất cao,
- Bảo vệ áp suất dầu hút với role áp suất thấp,
- Bảo vệ hiệu áp suất dầu trong đó có bảo vệ mức dầu trong bình chứa dầu không quá thấp, bảo vệ lưu lượng dầu, bảo vệ nhiệt độ dầu không quá cao, bảo vệ nước làm mát dầu trường hợp có bình làm mát dầu hoặc bảo vệ phun lỏng môi chất làm mát dầu trường hợp dầu được làm mát trực tiếp bằng phun môi chất lạnh,
- Bảo vệ chống khởi động quá nhiều lần bằng role thời gian với thời gian trễ thích hợp.

Ngoài ra còn có một số bảo vệ điện như :

- Bảo vệ cuộn dây quán động cơ máy nén không quá nóng bằng role nhiệt độ hoặc điện trở PTC thermistor,
- Bảo vệ mất pha, bảo vệ đối xứng pha,
- Bảo vệ quá tải,
- Bảo vệ chiều quay của trục vít hay còn gọi bảo vệ thứ tự pha.

Nói chung, hệ thống bảo vệ máy nén trục vít gồm các loại role áp suất cao, thấp, dầu, role mức dầu, role lưu lượng dầu, các loại role thời gian. Role nhiệt bảo vệ quá tải có thể có cả 2 chức năng tác động 1 lần (khóa) hoặc tự động reset (xem chương 2).

#### 4.4.5. Bảo vệ máy nén turbin

Công tác bảo vệ máy nén turbin gồm :

- Bảo vệ áp suất dầu đẩy không quá cao bằng role áp suất cao,
- Bảo vệ áp suất thấp dầu hút bằng role áp suất thấp,
- Bảo vệ áp suất dầu không quá thấp bằng role áp suất thấp của dầu,
- Bảo vệ nhiệt độ bay hơi không quá thấp bảo vệ chống đóng băng ống bình bay hơi : role nhiệt độ,
- Bảo vệ nhiệt độ ổ trục bằng role nhiệt độ hoặc PTC thermistor,
- Bảo vệ nhiệt độ cuộn dây bằng role nhiệt độ hoặc PTC thermistor,
- Bảo vệ dòng chảy hay lưu lượng nước làm mát bình ngưng và chất tải lạnh bình bay hơi : role lưu lượng FC (Flow Controller),

- Bảo vệ quá tải động cơ bằng rơle nhiệt,
- Bảo vệ chống đóng băng bình bay hơi bằng rơle nhiệt độ chống đóng băng,
- Bảo vệ ngắn mạch, lệch pha, mất pha, đối xứng pha, thứ tự pha... cho động cơ.

Ở giai đoạn khởi động máy nén, do nhiệt độ nước hoặc nhiệt độ chất tải lạnh cao, tải nhiệt lớn, dòng động cơ có thể cao hơn bình thường. Nếu dòng cao quá cho phép (do tải nhiệt lớn khi khởi động hoặc do bất kỳ lý do nào khác), bộ điều chỉnh tự động tác động đóng bớt cửa van hút ngay cả khi rơle nhiệt độ nước lạnh cũng như rơle nhiệt độ bình bay hơi tác động mở 100% cửa van hút. Điều đó bảo vệ động cơ chống lại các điều kiện quá tải.

Một khi hệ thống ổn định và nước lạnh hoặc chất tải lạnh đã được làm lạnh, dòng làm việc của động cơ sẽ giảm xuống và thiết bị bảo vệ dòng quá tải sẽ cho phép mở hết van hút để làm lạnh ở chế độ làm việc bình thường.

## CHƯƠNG 5

### TỰ ĐỘNG HÓA THIẾT BỊ NGƯNG TỤ

#### 5.1. ĐẠI CƯƠNG

Tự động hóa thiết bị ngưng tụ có nhiệm vụ chính là :

- Duy trì nhiệt độ và áp suất ngưng tụ không đổi hoặc dao động trong một giới hạn cho phép ;
- Tiết kiệm nước giải nhiệt cho bình ngưng làm mát bằng nước.

Việc duy trì nhiệt độ và áp suất ngưng tụ không đổi đối với hệ thống lạnh là rất cần thiết vì nếu áp suất ngưng tụ cao sẽ làm giảm năng suất lạnh của hệ thống tăng tiêu hao điện năng (theo kinh nghiệm khi vận hành máy lạnh trong điều kiện bình thường, nhiệt độ ngưng tụ tăng lên  $1^{\circ}\text{C}$ , năng suất lạnh giảm đi 1,5%, công suất điện tiêu tốn tăng khoảng 1%). Điều đó làm cho hệ thống lạnh làm việc không kinh tế, hơn nữa có thể dẫn tới quá tải cho động cơ máy nén, nhiệt độ dầu đẩy tăng, tiêu hao dầu tăng, độ tin cậy và tuổi thọ các chi tiết giảm.

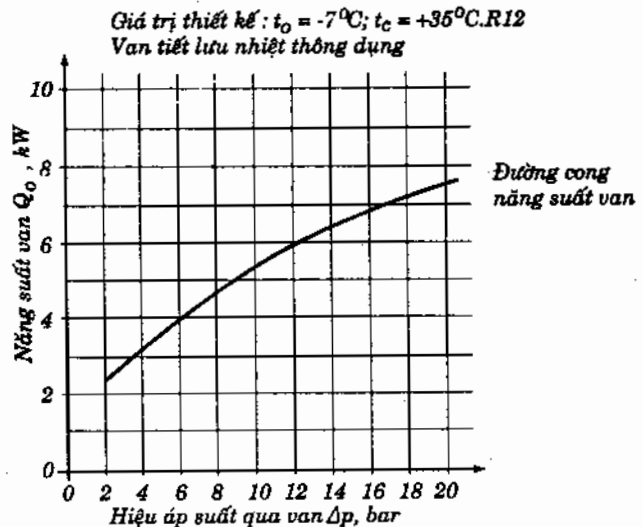
Ngược lại nếu nhiệt độ và áp suất ngưng tụ quá thấp lại ảnh hưởng đến quá trình cấp lỏng cho dàn bay hơi. Lỏng cấp ít, chập chờn không đều và có thể ngừng trệ vì áp suất ngưng tụ quá thấp (đặc biệt đối với ống mao dẫn) dẫn đến năng suất lạnh của hệ thống giảm.

Về lý thuyết khi nhiệt độ và áp suất ngưng tụ giảm, năng suất lạnh tăng, nhưng đối với một máy lạnh cụ thể, tất cả các thiết bị đã được thiết kế hiệu chỉnh đồng bộ thì nhiệt độ áp suất ngưng tụ giảm, năng suất lạnh giảm.

Để sáng tỏ thêm vấn đề này chúng ta có thể nghiên cứu quan hệ qua lại giữa các đại lượng qua biểu đồ sau. Hình 5.1 giới thiệu năng suất lạnh của van tiết lưu tự động theo hiệu áp suất ngưng tụ và bay hơi hay chính xác hơn là hiệu áp suất giữa hai phía cao và thấp của van tiết lưu.

Rõ ràng, hiệu áp suất qua van càng lớn, lưu lượng môi chất qua van càng nhiều và năng suất lạnh càng tăng.

Nếu vẽ các đường cong nhiệt độ ngưng tụ, và nhiệt độ bay hơi lên đồ thị trên (hình 5.2) theo hệ thống lạnh đã thiết kế ta có thể rút ra một số kết luận sau đây :



Hình 5.1. Đường cong năng suất van phụ thuộc vào hiệu áp  $\Delta p$  qua van.

Khi nhiệt độ ngưng tụ giảm, đầu tiên năng suất lạnh của hệ thống lạnh tăng lên. Nhưng năng suất lạnh chỉ tăng đến khi nhiệt độ ngưng tụ giảm đến điểm vận hành của hệ thống lạnh nghĩa là điểm mà năng suất của hệ thống và năng suất của van là bằng nhau.

Đến thời điểm trên, van tiết lưu làm việc với chức năng tiết lưu một phần. Khi giảm xuống dưới điểm A thì cửa van tiết lưu mở hoàn toàn.

Nếu nhiệt độ ngưng tụ đến lúc này còn tiếp tục giảm,  $\Delta p$  giảm, lưu lượng qua van tiết lưu giảm, năng suất lạnh giảm. Nhưng vì lưu lượng thể tích qua máy nén không đổi nên hệ thống tự cân bằng bằng cách giảm nhiệt độ bay hơi,  $p_0$  giảm,  $\Delta p$  tăng cân bằng với nhu cầu lạnh. Trường hợp này giống như điều chỉnh năng suất lạnh bằng cách giảm nhiệt độ bay hơi (xem thêm phần 7.1 và 7.2).

Nếu như nhiệt độ ngưng tụ tiếp tục giảm (chế độ vận hành mùa đông), áp suất bay hơi sẽ giảm quá mức cho phép và role áp suất thấp sẽ ngắt, ngừng máy nén để bảo vệ. Nếu vận hành lâu ở chế độ này máy nén có thể bị hư hỏng nhanh chóng do thiếu dầu bôi trơn. Chính vì vậy phải trang bị các thiết bị bảo vệ để máy nén không làm việc ở áp suất hút quá thấp.

Sự bảo vệ này phụ thuộc vào khoảng nhiệt độ vận hành của thiết bị ngưng tụ, của kiểu thiết bị ngưng tụ và phụ tải của toàn bộ hệ thống.

Thiết bị ngưng tụ được chia làm 3 loại chính với ba dạng thiết bị tự động.

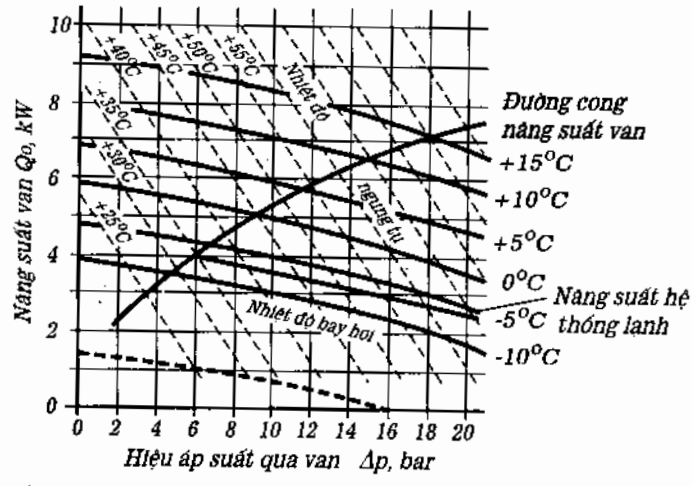
- Bình ngưng giải nhiệt bằng nước
- Dàn ngưng giải nhiệt gió
- Tháp ngưng giải nhiệt bằng nước kết hợp gió.

**5.2. TỰ ĐỘNG HÓA BÌNH NGƯNG GIẢI NHIỆT NƯỚC**

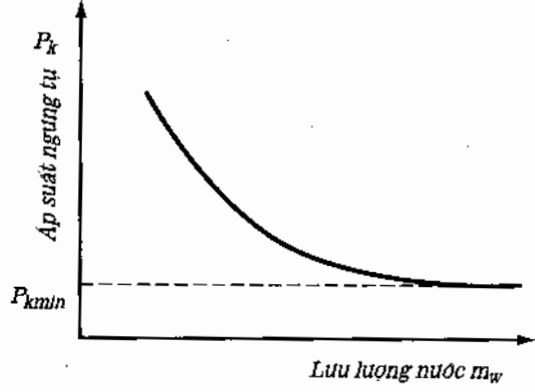
**5.2.1. Tự động hóa bình ngưng, nước sử dụng một lần (không tuần hoàn)**

Điều chỉnh nước giải nhiệt một lần (nước thành phố hoặc nước giếng) vừa có tính chất kỹ thuật là ổn định chế độ làm việc của máy lạnh, vừa có tính chất kinh tế là tiết kiệm nước giải nhiệt. Hình 5.3 giới thiệu sự phụ thuộc của áp suất ngưng tụ vào lưu lượng nước của một bình ngưng. Bài toán tối ưu ở đây là với lưu lượng nước là bao nhiêu, giá thành một đơn vị lạnh là thấp nhất. Lưu lượng nước càng lớn, áp suất  $p_k$  tiến tới  $p_{kmin}$  tiêu tốn điện năng là nhỏ nhất. Ngược lại,

Giá trị thiết kế:  $t_0 = -7^{\circ}C$ ;  $t_c = +35^{\circ}C$ ; R12  
Van tiết lưu nhiệt thông dụng



Hình 5.2. Đường cong năng suất van với các đường cong nhiệt độ ngưng tụ và nhiệt độ bay hơi.



Hình 5.3. Sự phụ thuộc của áp suất ngưng tụ  $p_k$  vào lưu lượng nước, giả sử nhiệt độ nước vào  $t_{w1}$  không đổi và nhiệt thải ở bình ngưng  $Q_k$  là không đổi.

lưu lượng nước càng nhỏ,  $p_k$  càng lớn, tiêu tốn điện năng càng lớn. Giải bài toán tối ưu này bằng cách kết hợp giá điện với giá nước tiêu tốn ngay tại địa phương với giá tổng  $G_t$  là cực tiểu :

$$G_t = G_d + G_w = \text{Min} \quad (5.1)$$

$G_d$  - giá điện tổng, đồng =  $g_d \cdot E_d$  = (giá điện, đồng/kWh  $\times$  lượng điện tiêu thụ kWh) ;

$G_w$  - giá nước tổng, đồng =  $g_w \cdot m_w$  = (giá nước, đồng/m<sup>3</sup>  $\times$  lượng nước tiêu thụ m<sup>3</sup>).

Hình 5.4 giới thiệu sự phụ thuộc của giá điện và giá nước vào lưu lượng nước cũng như cách tìm  $G_{tmin}$ .

Theo kinh nghiệm, nên chọn lưu lượng nước từ hiệu nhiệt độ nước vào và ra từ 5 ÷ 8K. Đối với amoniác nên chọn giá trị dưới và đối với freôn nên chọn giá trị trên. Hiệu nhiệt độ nước vào ra  $\Delta t_w = t_{w2} - t_{w1}$  có thể tính từ biểu thức sau :

$$Q_k = m_w \cdot c_w (t_{w2} - t_{w1}) = m_w \cdot c_w \cdot \Delta t_w \quad (5.2)$$

$$\Delta t_w = \frac{Q_k}{m_w \cdot c_w}, \text{ K} \quad (5.3)$$

trong đó :

$m_w$  - lưu lượng nước, kg/s ;

$c_w$  - nhiệt dung riêng của nước =  $4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}$  ;

$Q_k$  - nhiệt lượng thải ra ở bình ngưng, kW.

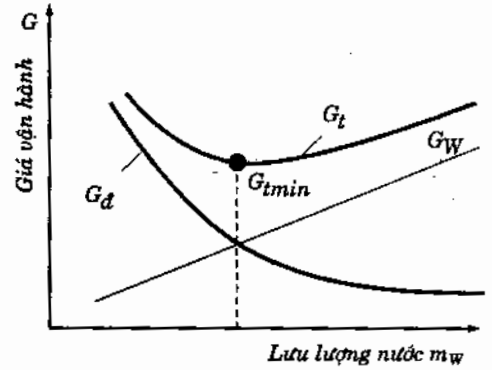
Từ biểu thức (5.2) ta thấy khi  $Q_k = \text{const}$  nếu  $m_w$  tăng thì  $\Delta t_w$  giảm và ngược lại.

Để điều chỉnh áp suất ngưng tụ người ta thường dùng van điều chỉnh nước. Nguyên tắc cấu tạo và hoạt động của van điều chỉnh nước được giới thiệu trên hình 5.5.

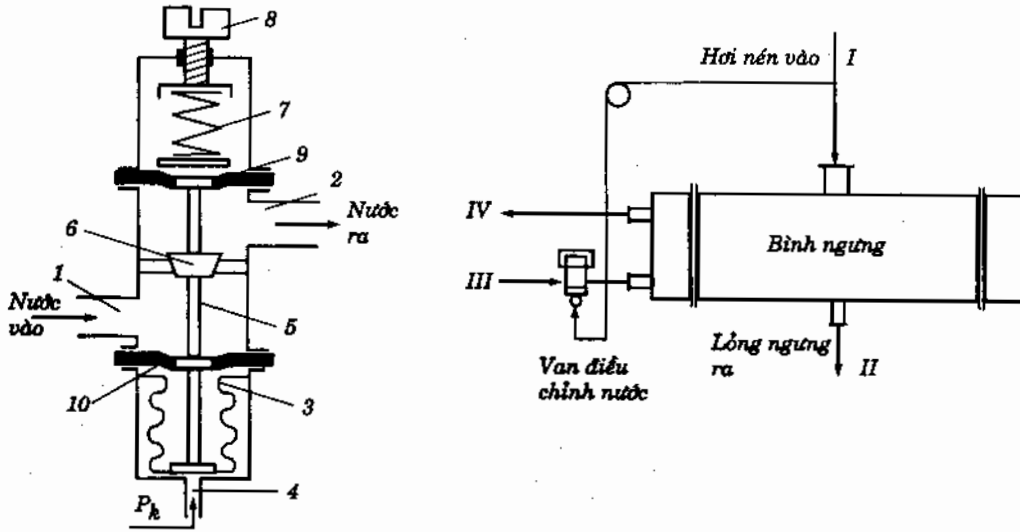
Nước vào ống nối 1, ra ống nối 2 rồi vào bình ngưng tụ (hình 5.5a). Hộp xếp 3 là phần tử cảm biến, biến tín hiệu áp suất ngưng tụ  $p_k$  thành độ đàn nỡ của hộp xếp truyền vào và tác động trực tiếp đến clapê 6 qua thanh truyền 5. Phía trên clapê 7, lực ban đầu của lò xo phụ thuộc vào vít hiệu chỉnh 8. Hai màng cao su 9 và 10 dùng để giữ kín khoang nước với các phần tử khác của van mà vẫn có độ đàn hồi không làm ảnh hưởng đến sự hoạt động của chúng. Khi áp suất ngưng tụ tăng, hộp xếp dãn ra, clapê mở rộng hơn, cho nước đi qua nhiều hơn. Nước giải nhiệt vào nhiều, áp suất ngưng tụ giảm xuống, hộp xếp co lại, clapê khép bớt cửa thoát, nước vào ít đi và áp suất ngưng tụ lại tăng lên, chu kỳ làm việc lặp lại và lưu lượng nước cũng như áp suất ngưng tụ liên tục dao động quanh giá trị đã đặt ở vít điều chỉnh.

Hình 5.5b giới thiệu cách mắc van điều chỉnh nước vào bình ngưng. Phần tử cảm biến của van (hộp xếp) nhận trực tiếp tín hiệu áp suất từ bình ngưng bằng ống nối 4 đến ống đẩy của máy nén. Căn cứ vào áp suất ngưng tụ này và lưu lượng nước được điều chỉnh.

Khi máy nén ngừng hoạt động, áp suất ngưng tụ giảm dần và sau một thời gian nhất định van điều chỉnh sẽ đóng.



Hình 5.4. Cách tìm giá vận hành min từ giá điện và giá nước vận hành.

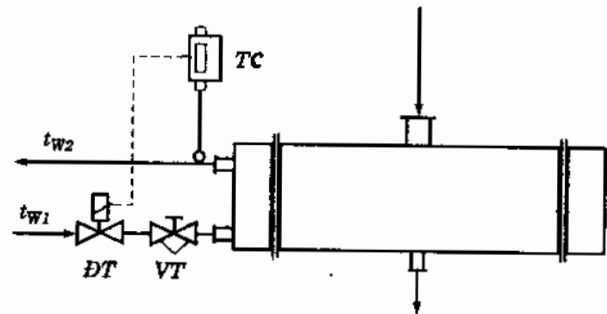


Hình 5.5. Sơ đồ nguyên lý van điều chỉnh nước a) và cách lắp đặt vào bình ngưng b) :

Các ống nối : I - Hơi nén từ máy nén vào ; II - Lồng ngưng tụ ra ; III, IV - Nước giải nhiệt vào và ra ; 1,2 - ống nước vào và ra khỏi van ; 3 - hộp xếp ; 4 - ống nối tín hiệu áp suất vào ; 5 - thanh truyền ; 6 - clapê ; 7 - lò xo nén ; 8 - vít điều chỉnh lưu lượng nước ; 9, 10 - màng đàn hồi bằng cao su.

Về nguyên tắc người ta có thể lấy tín hiệu nhiệt độ ngưng tụ để điều chỉnh lưu lượng nước nhưng phương pháp này ít được sử dụng hơn. Nguyên tắc làm việc của loại này giống như van tiết lưu nhiệt. (điều chỉnh tự động nhờ nhiệt).

Cũng có thể sử dụng van nước điều chỉnh bằng tay kết hợp với một van điện từ đóng mở để điều chỉnh nước cấp cho bình ngưng. Đóng mở van điện từ có thể được điều khiển bởi một rơle nhiệt độ. Khi nhiệt độ ngưng tụ tăng rơle nhiệt độ mở van điện từ và ngược lại (xem hình 5.6) hoặc nối trực tiếp từ mạch điều khiển hệ thống lạnh tới.



Hình 5.6. Điều chỉnh nước giải nhiệt bình ngưng bằng van điện từ kết hợp van điều chỉnh bằng tay:

ĐT - Van điện từ  
VT - Van nước điều chỉnh bằng tay  
TC - Rơle nhiệt độ, hoặc từ mạch điều khiển hệ thống lạnh.

### 5.2.2. Tự động hóa bình ngưng, nước tuần hoàn

Hiện nay do tình hình khan hiếm nước, đặc biệt đối với các khu vực thiếu nước và đối với các hệ thống lạnh cũng như điều hòa không khí lớn người ta sử dụng nước tuần hoàn qua tháp giải nhiệt. Khi sử dụng nước tuần hoàn ta có khả năng sử dụng hai dạng điều chỉnh để khống chế nhiệt độ và áp suất ngưng tụ cần thiết : Bypass nước giải nhiệt và điều chỉnh tốc độ quạt gió tháp giải nhiệt.

Hình 5.7 mô tả sơ đồ bypass nước giải nhiệt. Van 3 ngã điều chỉnh lưu lượng nước được bố trí trên đường ra bình ngưng và đường vào tháp giải nhiệt. Đầu cảm nhiệt được đặt trên đường nước vào bình ngưng. Đường bypass nối tắt từ đường ra bình ngưng về trước bơm, cho nước ra khỏi bình ngưng đi tắt về bơm không qua tháp giải nhiệt. Nếu nhiệt độ nước vào bình ngưng  $t_{w1}$  không đủ cao van điều chỉnh sẽ mở cho một phần

B22  
K48  
B22

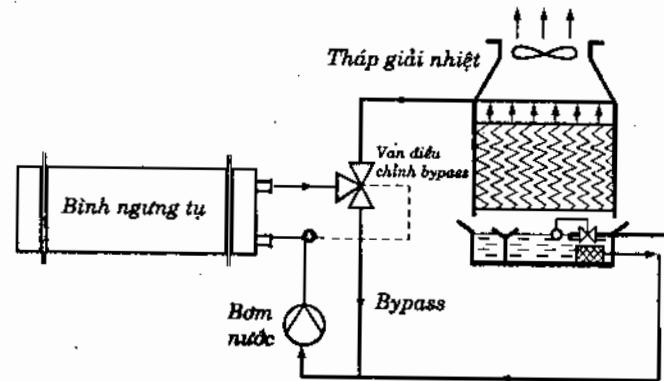
nước có nhiệt độ cao  $t_{w2}$  đi tắt về bơm để quay trở lại bình ngưng mà không qua tháp giải nhiệt. Như vậy lưu lượng nước qua tháp giải nhiệt sẽ giảm. Chế độ làm việc như vậy phù hợp khi máy lạnh chỉ chạy với một phần tải hoặc khi độ ẩm không khí bên ngoài rất nhỏ.

Phương pháp điều chỉnh thứ 2 là điều chỉnh tốc độ quạt để qua đó điều chỉnh lưu lượng gió và gián tiếp điều chỉnh năng suất giải nhiệt của tháp phù hợp với nhiệt thái ngưng tụ. Động cơ thay đổi được tốc độ ở đây có thể là loại nhiều cấp cực với vòng dây riêng rẽ hoặc động cơ Dahlander như đã nói ở trên. Đơn giản nhất là phương pháp đóng, ngắt động cơ.

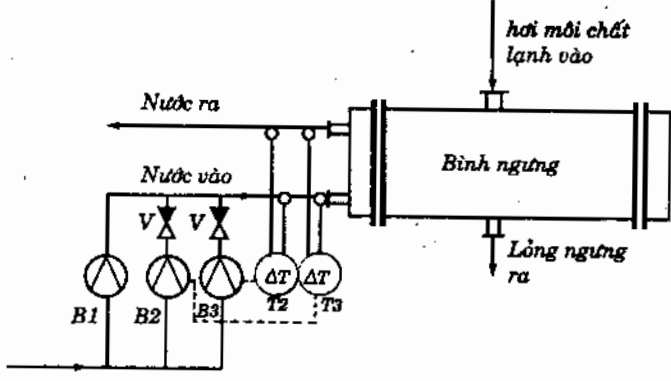
Ngoài ra còn có thể sử dụng phương pháp điều chỉnh vô cấp động cơ qua máy biến tần, cả cho động cơ quạt gió và động cơ bơm nhưng do quá đắt nên các phương án này thường bị loại ngay từ ban đầu.

Một phương án khác có thể áp dụng cho bình ngưng của các hệ thống lớn là sử dụng nhiều bơm nước giải nhiệt thí dụ 2 hoặc 3 bơm và điều khiển lưu lượng nước chảy cấp bằng cách cho từng bơm hoạt động theo nhiệt độ nước ra.

Thí dụ : một hệ thống lạnh gồm 3 máy nén nhưng chỉ có 1 bình ngưng.



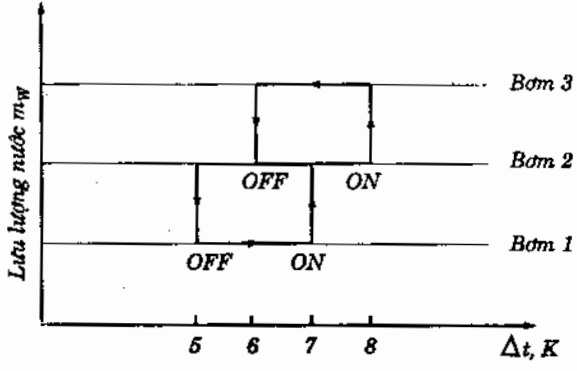
Hình 5.7. Sơ đồ bypass nước giải nhiệt để điều chỉnh nhiệt độ và áp suất ngưng tụ.



Hình 5.8. Sơ đồ điều chỉnh lưu lượng nước ngưng tụ bằng role hiệu nhiệt độ :  
B1, B2, B3 - Bơm 1, 2, 3 ;  
T2, T3 - Role hiệu nhiệt độ ;  
V - Van 1 chiều.

Vì mỗi máy nén có 4 xilanh với cấp điều chỉnh năng suất 0-50-100% nên 3 máy nén có thể điều chỉnh được 6 cấp năng suất lạnh. Các bơm nước lạnh có thể được điều khiển làm việc theo độ chênh nhiệt độ giữa nước vào và ra khỏi bình ngưng tụ bằng role hiệu nhiệt độ. Hình 5.8 giới thiệu sơ đồ điều chỉnh đó.

Hình 5.9 giới thiệu đặc tính đóng ngắt của từng bơm theo phương pháp điều chỉnh 2 vị trí ON-OFF của role hiệu nhiệt độ. Khi máy nén đầu tiên làm việc thì bơm 1 bắt đầu làm việc. Nếu máy nén thứ 2 làm việc (có thể đẩy tải hoặc



Hình 5.9. Đặc tính đóng, ngắt của bơm 2 và 3.



nửa tải), nhiệt độ nước sẽ tăng. Khi hiệu nhiệt độ đạt  $7K = t_{w2} - t_{w1}$ , role hiệu nhiệt độ thứ 2 đóng mạch cho bơm thứ 2 hoạt động. Nếu máy nén 3 hoạt động và hiệu nhiệt độ nước đạt  $8K$  thì role hiệu nhiệt độ 3 đóng mạch cho bơm 3 hoạt động. Khi tắt máy nén hoặc chạy ở chế độ một phần tải, nếu hiệu nhiệt độ nước giảm xuống  $6K$ , role hiệu nhiệt độ sẽ ngắt bơm 3 và nếu giảm xuống  $5K$  thì role 2 ngắt bơm 2 (các giá trị  $\Delta t$  ở đây chỉ để làm thí dụ cho dễ hiểu).

Tất nhiên còn có nhiều khả năng điều chỉnh lưu lượng nước khác nhau để đảm bảo nhiệt độ và áp suất ngưng tụ không đổi khi năng suất lạnh thay đổi, ở đây không đi sâu giới thiệu.

### 5.3. ĐIỀU CHỈNH DÀN NGƯNG GIẢI NHIỆT GIÓ

Khống chế nhiệt độ và áp suất ngưng tụ của các dàn ngưng giải nhiệt gió chúng ta cần phải phân biệt 2 dạng chính :

- Điều chỉnh phía môi chất lạnh ;
- Điều chỉnh phía không khí.

#### 5.3.1. Điều chỉnh phía môi chất lạnh

Trong kỹ thuật lạnh, để tăng cường khả năng trao đổi nhiệt của dàn ống xoắn đến mức tối đa, người ta bố trí bình chứa và các đường tích lỏng để nhanh chóng giải phóng bề mặt trao đổi nhiệt khỏi bị ứ lỏng. Nếu điều chỉnh nhiệt độ và áp suất ngưng tụ, khi chạy một phần tải hoặc khi điều kiện thời tiết bên ngoài thuận lợi (thí dụ mùa đông) ngược lại phải che bớt một phần dàn ngưng, giảm tốc độ quạt gió. Một phương pháp che bớt một phần dàn ngưng là cho ngập lỏng một phần dàn ngưng để vô hiệu hóa quá trình trao đổi nhiệt của nó. Phương pháp này gọi là điều chỉnh phía môi chất lạnh.

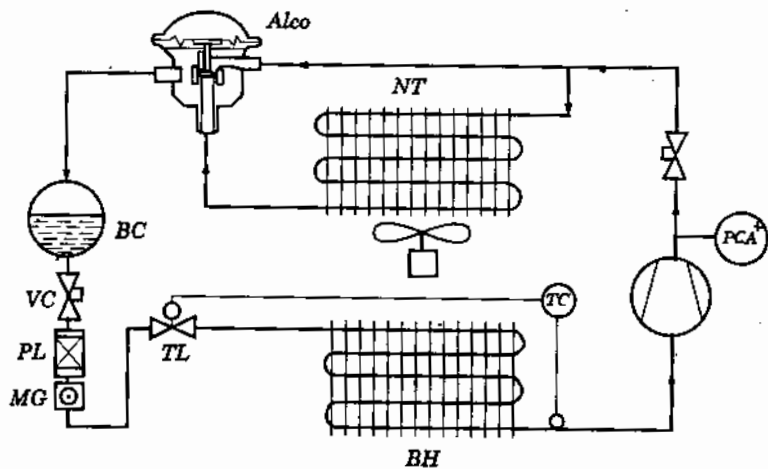
Tuy nhiên phương pháp này có nhược điểm là cần phải sử dụng một bình chứa lớn để chứa lượng môi chất chỉ cần đến để làm ngập lỏng trong mùa đông. Khi làm việc trong mùa hè, toàn bộ phần lỏng đó phải chứa tại bình chứa để giải phóng toàn bộ bề mặt dàn ngưng tụ.

Có 2 phương pháp khả thi để làm ngập lỏng một phần dàn là :

##### 5.3.1.1. Phương pháp của ALCO

Phương pháp Alco sử dụng chocác thiết bị lạnh hoạt động suốt năm. Hãng Alco đưa ra 2 thiết bị HP8 và HP14. Năng suất của HP8 là  $Q_k = 30,6 \div 47,5$  kW và HP14 với  $Q_k = 80,9 \div 118,9$  kW tùy theo từng loại môi chất lạnh (theo catalog thiết bị của Alco). Nếu cần năng suất lớn hơn có thể lắp 2 thiết bị song song với nhau.

Theo phương pháp này, thiết bị là loại van 3 ngã có 2 đường vào và 1 đường ra. Hình 5.10 giới thiệu sơ đồ thiết bị với van ba ngã Alco.



Hình 5.10. Sơ đồ lắp đặt van ba ngã Alco điều chỉnh nhiệt độ và áp suất ngưng tụ theo kiểu làm ngập lỏng một phần dàn ngưng tụ:  
 PCA<sup>+</sup> - Role bảo vệ áp suất cao ; VC - Van chặn ;  
 PL - Phin lọc ; MG - Mắt gas ; BC - Bình chứa.

Nguyên tắc làm việc của hệ thống như sau :

Nếu áp suất và nhiệt độ ngưng tụ giảm quá giới hạn cho phép, van điều chỉnh Alco tác động, dẫn hơi nóng thẳng vào bình chứa BC. Điều đó gây nên sự ứ đọng môi chất lạnh lỏng ở dàn ngưng tụ và do thiếu diện tích trao đổi nhiệt, áp suất và nhiệt độ ngưng tụ lại tăng lên.

Điều quyết định ở đây là van đã tạo nên một sự ứ đọng môi chất lỏng trong dàn bay hơi khi dẫn trực tiếp hơi nóng vào bình chứa. Cũng cần lưu ý là lượng môi chất lạnh phải đủ để ngay cả trong trường hợp lỏng bị ứ lại tại dàn ngưng thì vẫn đủ lỏng cấp cho dàn bay hơi.

**Chú ý :**

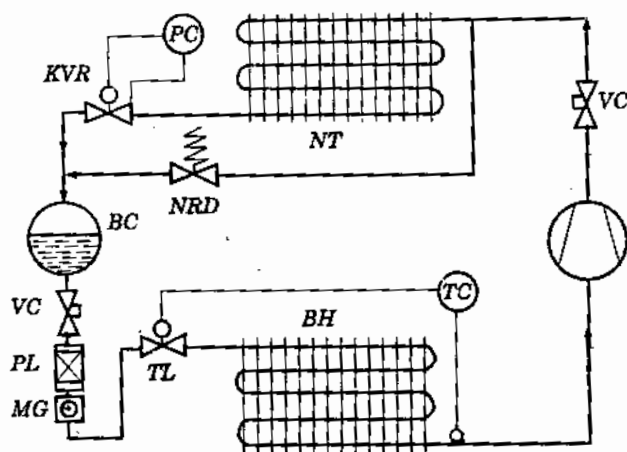
Người vận hành không thể điều chỉnh áp suất ngưng tụ được. Áp suất ngưng tụ đã được thiết kế và ấn định tại nhà máy và van Alco sẽ tác động điều chỉnh khi nhiệt độ không khí bên ngoài giảm xuống dưới  $32^{\circ}\text{C}$ . Việc lắp đặt van điều chỉnh Alco không yêu cầu bất cứ điều kiện gì : có thể lắp đặt van ở ngoài trời, ở trong nhà, ngay cạnh dàn ngưng tụ, trong phòng máy... Tất cả những điều nêu trên không ảnh hưởng đến sự làm việc của van, và sau khi lắp đặt xong cũng không cần một sự hiệu chỉnh bất kỳ nào.

### 5.3.1.2. Phương pháp của Danfoss

Dụng cụ điều chỉnh này có tên gọi KVR. Hình 5.11 giới thiệu cách lắp dụng cụ KVR vào hệ thống lạnh.

Van KVR được lắp đặt ở giữa dàn ngưng tụ và bình chứa nhưng nên lắp gần dàn ngưng.

Đầu tiên môi chất lạnh lỏng phải ngập đầy đoạn ống giữa van KVR và dàn ngưng, sau đó mới làm ứ đọng phần dưới của dàn ngưng. Chính vì vậy lắp van KVR càng gần dàn ngưng càng tốt. Đoạn ống đó càng dài càng tốn môi chất lạnh, và nếu có sự cố rò rỉ xảy ra thì độ ô nhiễm môi trường sẽ càng nhiều. Trái với van Alco, van KVR của Danfoss có thể hiệu chỉnh được áp suất ngưng tụ. Khi hiệu chỉnh, công nhân vận hành phải lắp vào van một áp kế.



Hình 5.11. Sơ đồ lắp đặt van điều chỉnh áp suất và nhiệt độ của Danfoss ký hiệu KVR vào hệ thống lạnh bằng cách để ngập lỏng một phần dàn ngưng tụ.  
NRD - Van điều áp.

Van điều chỉnh làm việc tùy thuộc vào áp suất vào và mở khi có hiệu áp  $\Delta p = 0,33$  bar, ngay khi áp suất vào van cao hơn áp suất đặt đúng bằng giá trị đó. Nếu như áp suất vào giảm xuống dưới áp suất đặt thì van đóng.

Như vậy các ống xoắn phía dưới của dàn ngưng sẽ được ngập lỏng, diện tích trao đổi nhiệt của dàn ngưng giảm xuống, và như vậy áp suất ngưng tụ không đổi được duy trì. Hình 5.12 mô tả kết cấu của van KVR.

Cũng như hệ thống lạnh dùng van Alco, hệ thống dùng van KVR cũng cần dự tính một bình chứa đủ lớn. Duy trì áp suất ngưng tụ đủ lớn là nhằm mục đích duy trì áp suất trước van tiết lưu đủ lớn, đảm bảo lượng môi chất phun vào dàn bay hơi, loại trừ

các trục trục có thể xảy ra cho hệ thống. Tuy nhiên KVR chỉ duy trì áp suất ngưng tụ, còn áp suất bình chứa và áp suất trước van tiết lưu chưa được điều chỉnh.

Có hai phương pháp duy trì áp suất bình chứa là :

- Thứ nhất : có thể lắp đặt bình chứa trong phòng máy ấm, nơi có nhiệt độ không quá thấp trong mùa đông. Áp suất bão hòa của môi chất lạnh được coi là đủ cho van tiết lưu hoạt động bình thường.

- Thứ hai : thí dụ đối với các hệ thống lạnh lớn, bình chứa đặt ở ngoài trời, mùa đông nhiệt độ xuống quá thấp, áp suất hơi bão hòa trong bình chứa không đủ cho van tiết lưu hoạt động bình thường, cần phải lắp một van điều áp NRD (van duy trì áp suất không đổi). Khi áp suất trong bình chứa và áp suất đầu đẩy chênh nhau  $\Delta p = 0,5 + 1,0$  bar thì van điều áp NRD (xem hình 5.11) mở cho hơi nóng từ máy nén đi thẳng vào bình chứa, duy trì áp suất ở bình chứa không đổi. Khi áp suất hai bên cân bằng, van NRD lại đóng.

Sự kết hợp của 2 van KVR và NRD đảm bảo đạt được sự điều chỉnh áp suất ngưng tụ theo ý muốn, đảm bảo áp suất ngưng tụ luôn luôn lớn hơn chút ít so với áp suất ở bình chứa, đảm bảo lỏng ngưng ở dàn ngưng chảy được về bình chứa ngay cả khi ống dẫn lỏng lắp đặt phía dưới bình chứa.

Ngoài những phương pháp trình bày ở trên, còn nhiều phương pháp khác điều chỉnh áp suất ngưng tụ, xin xem thêm tài liệu [1] và [7].

**5.3.2. Điều chỉnh phía không khí**

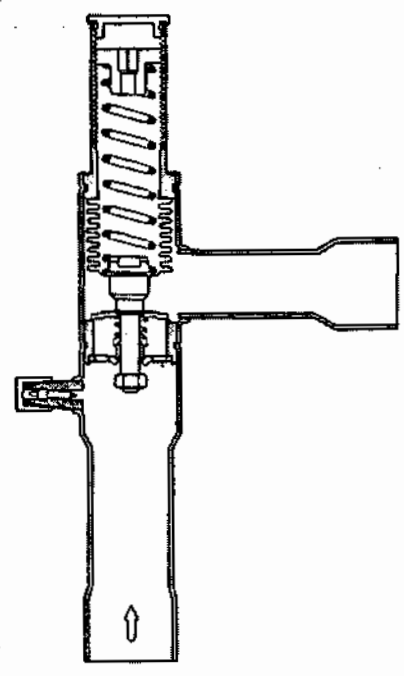
Điều chỉnh phía không khí có ưu điểm là không cần lượng môi chất lạnh lớn nạp vào hệ thống và do đó cũng không cần bình chứa lớn. Cũng có 2 phương pháp điều chỉnh chủ yếu như sau.

**5.3.2.1. Đóng ngắt quạt gió qua tín hiệu áp suất hoặc nhiệt độ**

Đối với các dàn ngưng trang bị nhiều quạt gió li tâm hay hướng trục thì việc ngắt bớt hoặc đóng thêm quạt cho dàn ngưng là điều có thể thực hiện một cách dễ dàng. Một giải pháp khả thi là đóng ngắt quạt qua áp suất đầu đẩy máy nén. Phương pháp này có độ tin cậy cao và giá cả phải chăng. Có thể dùng role áp suất trình tự hoặc role áp suất riêng lẻ. Các role áp suất này rất sẵn có trên thị trường. Tín hiệu áp suất của role là áp suất đầu đẩy của máy nén. Tiếp điểm đóng mở của role được mắc nối tiếp với nguồn cung cấp điện cho động cơ quạt.

Phương pháp sử dụng role áp suất đóng ngắt quạt có thể áp dụng cho cả các dàn ngưng chỉ có một quạt duy nhất. Phương pháp này không áp dụng được cho hệ thống lạnh có quạt truyền động từ động cơ máy nén.

Đối với dàn ngưng có nhiều quạt có thể đóng ngắt một phần quạt nhờ role nhiệt độ. Đầu cảm của role lấy tín hiệu nhiệt độ dàn ngưng tụ hoặc có thể lấy ngay nhiệt độ không khí ngoài trời. Đối với quạt li tâm, phương pháp điều khiển này có các ưu điểm : kinh tế do tiết kiệm được năng lượng, tuổi thọ động cơ quạt cao hơn và giảm được tiếng

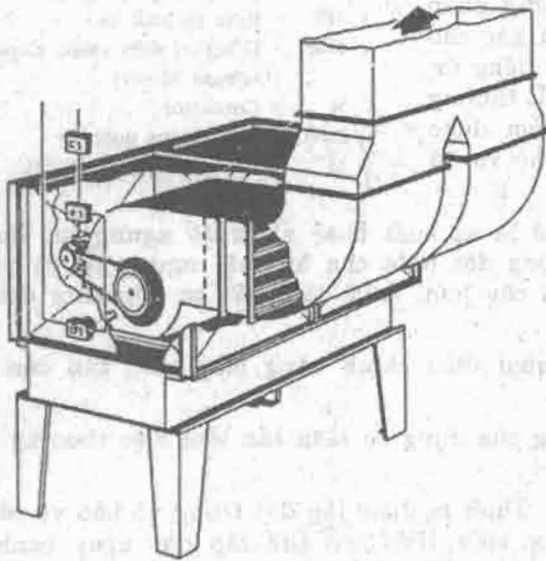


Hình 5.12. Kết cấu của van KVR điều chỉnh áp suất dàn ngưng tụ của hãng Danfoss.

ôn. Đối với quạt hướng trục thường không đạt được các ưu điểm đó. Hình 5.13 giới thiệu sơ đồ mạch điều khiển động cơ quạt qua rơle nhiệt độ để điều chỉnh nhiệt độ và áp suất ngưng tụ.

Dấu cảm của rơle nhiệt độ của quạt thứ nhất được gắn vào giữa các lớp dàn ngưng ở phía hút của quạt thứ nhất, sau đó tiến hành đặt nhiệt độ ngắt quạt theo ý muốn.

Nếu như nhiệt độ vị trí đó hạ xuống thấp hơn nhiệt độ đặt của quạt, rơle nhiệt độ sẽ ngắt quạt thứ nhất. Nếu nhiệt độ dần tiếp tục giảm xuống dưới nhiệt độ đặt cho quạt thứ 2 thì rơle nhiệt độ của quạt thứ 2 sẽ ngắt tiếp quạt thứ 2. Hình 5.14 mô tả dàn ngưng của một máy lạnh sử dụng 2 quạt li tâm, mỗi quạt được lắp riêng một động cơ và được điều khiển bằng rơle nhiệt độ như hình 5.13 giới thiệu.

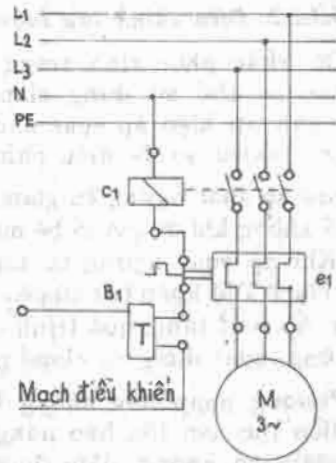


Hình 5.14. Hình ảnh bố trí rơle nhiệt độ điều khiển đóng ngắt quạt li tâm dàn ngưng để điều chỉnh nhiệt độ ngưng tụ.

**Chú ý :**

Cần phải lưu ý đặt các clapê quá áp tự đóng phía sau quạt theo hướng của quạt vì trong mọi trường hợp, dòng khí thải không được đi vào từng đường hút của các quạt đang hoạt động, nếu không quạt có thể bị quá tải dẫn đến cháy động cơ.

Ở dạng điều chỉnh này, khi đóng mạch thêm cho một quạt có thể dẫn tới sự giảm đột ngột của áp suất ngưng tụ trong dàn sinh ra sự bay hơi của môi chất lạnh trên đường ống từ bình chứa đến van tiết lưu, làm cho van tiết lưu cung cấp không đầy đủ lỏng cho dàn bay hơi, áp suất bay hơi có thể giảm xuống. Đây cũng chính là nhược điểm của phương pháp điều chỉnh này. Nhiều hệ thống lạnh lắp đặt thực tế theo phương án này làm việc thiếu ổn định. Hơn nữa nếu máy đặt ở vùng đông dân cư, tiếng ồn không đồng đều của quạt khi bật, khi tắt cũng gây khó chịu.



Hình 5.13. Sơ đồ mạch điều khiển quạt dàn ngưng có rơle nhiệt độ để điều chỉnh nhiệt độ và áp suất ngưng tụ :  
 C1 - công tắc tơ động cơ ;  
 e1 - rơle nhiệt ;  
 B1 - rơle nhiệt độ.

Nhiệt độ đặt cho 2 quạt nên tiến hành sau khi đã lắp ráp xong toàn bộ hệ thống và chạy thử. Mỗi hệ thống lạnh có các đặc điểm riêng nên phải tiến hành thử nghiệm và đặt nhiệt độ cho từng quạt và cho từng hệ thống lạnh riêng biệt mới có thể đạt được chế độ điều chỉnh yêu cầu.

Định hướng các giá trị đặt :

- Quạt cuối cùng đặt ở nhiệt độ thấp nhất và quạt đầu tiên đặt ở nhiệt độ cao nhất.

- Khoảng nhiệt độ đặt nên chia đều cho số quạt của dàn ngưng.

- Nhiệt độ ngưng tụ thường cao hơn nhiệt độ không khí bên ngoài khoảng 15°C hay  $\Delta t = 15K$ .

**5.3.2.2. Điều chỉnh lưu lượng gió bằng clapê gió**

Để khắc phục tình trạng đóng, ngắt động cơ liên tục có thể sử dụng clapê gió (damper) điều chỉnh nhờ tín hiệu áp suất đầu máy nén. Hình 5.15 giới thiệu sơ đồ điều chỉnh clapê gió.

Khi áp suất ngưng tụ giảm, các tấm chắn mở to hơn để không khí đi qua lỗ bé mặt trao đổi nhiệt nhiều hơn. Khi áp suất ngưng tụ tăng lên, động cơ điều chỉnh clapê DM khép bớt clapê cho gió vào dần ngưng ít hơn. Áp suất tăng, quá trình được lặp lại. Nếu máy nén dừng, quạt dừng và clapê gió cũng khép lại.

Phương pháp này không kinh tế vì quạt phải chạy liên tục nên tổn hao năng lượng lớn. Tuổi thọ quạt giảm và không giảm được tiếng ồn.

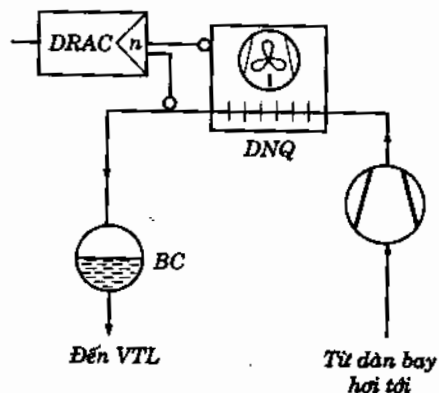
**5.3.2.3. Điều chỉnh tốc độ quạt qua máy biến tần**

Do các nhược điểm của việc điều chỉnh đóng ngắt quạt nên xu hướng điều chỉnh tốc độ quạt qua máy biến tần ngày càng được chú ý. Phương pháp này có thể điều chỉnh vô cấp với độ chính xác cao áp suất và nhiệt độ ngưng tụ, không gây tiếng ồn lớn, đặc biệt xóa bỏ được tiếng ồn chu kỳ bất thường do đóng mở quạt mà còn có thể tiết kiệm được năng lượng một cách đáng kể, tăng tuổi thọ và độ tin cậy của động cơ quạt.

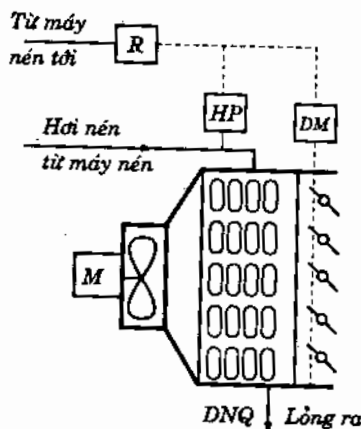
Tín hiệu đưa vào máy biến tần có thể là áp suất hoặc nhiệt độ ngưng tụ. Do điều chỉnh vô cấp nên loại trừ được sự biến động đột ngột của áp suất ngưng tụ và qua đó van tiết lưu có thể làm việc một cách tin cậy hơn, luôn đảm bảo sự cấp lỏng đều đặn tối ưu cho dàn bay hơi.

Hình 5.16 giới thiệu sơ đồ động cơ quạt điều chỉnh bằng máy biến tần của hãng Danfoss kiểu DRAC-V.

Công việc lắp ráp, vận hành bảo dưỡng của dụng cụ biến tần làm việc theo kỹ thuật digital rất đơn giản.



Hình 5.16. Sơ đồ điều chỉnh vô cấp quạt dàn ngưng tụ bằng máy biến tần của hãng Danfoss :  
DRAC - Máy biến tần DRAC của Danfoss  
DNQ - Dàn ngưng quạt.



Hình 5.15. Sơ đồ điều chỉnh clapê gió để điều chỉnh nhiệt độ và áp suất ngưng tụ :  
HP - Role áp suất cao  
DM - Động cơ điều chỉnh clapê (Damper Motor)  
R - Contactor  
DNQ - Dàn ngưng quạt  
M - Động cơ quạt (Motor).

Thiết bị được lắp đặt trong vỏ bảo vệ rất bền vững kiểu IP54, có thể lắp đặt ngay cạnh dàn ngưng ngoài trời nên rất thuận tiện. Các đầu cảm có thể sử dụng đầu cảm nhiệt độ (kiểu ống PT1000).

Có thể sử dụng đầu cảm áp suất (pressure transmitter) lắp đặt trực tiếp vào ống dẫn của máy nén.

Ngoài ra có thể sử dụng được cho cả điện 1 pha và 3 pha.

Do đặc tính năng lượng, chỉ nên sử dụng các thiết bị điều chỉnh vô cấp này cho động cơ quạt đến công suất 2kW. Dưới giới hạn này điện áp và tần số còn thay đổi tỷ lệ với nhau, tổn thất điều khiển tần số nhỏ còn có thể chấp nhận được. Đối với các công suất lớn hơn phải sử dụng loại biến tần tĩnh.

Các phương pháp khác xem tài liệu [1] và [7].

## CHƯƠNG 6

# TỰ ĐỘNG HÓA THIẾT BỊ BAY HƠI

### 6.1. ĐẠI CƯƠNG

Tự động hóa thiết bị bay hơi là trang bị cho nó những dụng cụ và thiết bị tự động để nó có thể làm việc bình thường, tự động không cần công nhân vận hành theo dõi phục vụ.

Những dụng cụ tự động thực hiện hai chức năng chính :

- Cấp đầy đủ và đều đặn (có thể theo chương trình hoặc chu kỳ) môi chất lỏng cho thiết bị bay hơi.

- Bảo vệ thiết bị bay hơi và hệ thống lạnh tránh các chế độ làm việc nguy hiểm hoặc không kinh tế, thí dụ, tránh thiết bị bay hơi làm việc ở chế độ ứ lỏng, gây ra hiện tượng lỏng lọt về máy nén có thể dẫn đến va đập thủy lực hay thủy kích khi phụ tải nhiệt của thiết bị bay hơi tăng đột ngột.

Phương pháp tự động hóa, các dụng cụ tự động hóa cũng như bảo vệ tự động sử dụng phải phụ thuộc vào từng loại thiết bị bay hơi và từng loại môi chất lạnh.

Giống như thiết bị ngưng tụ, thiết bị bay hơi được chia ra làm 2 loại chính :

- Bình bay hơi làm lạnh chất lỏng trong đó có loại môi chất lạnh sôi trong ống và loại môi chất lạnh sôi ngoài ống.

- Dàn bay hơi làm lạnh không khí trực tiếp, môi chất lạnh sôi trong ống.

Ngoài ra, theo mức độ choán chỗ của môi chất lạnh lỏng trong thiết bị bay hơi có thể phân ra loại ngập và không ngập. Sự phân loại này chỉ dùng cho bình bay hơi ống chùm :

- Ở loại thiết bị bay hơi kiểu ngập, môi chất lạnh bao phủ toàn bộ bề mặt trao đổi nhiệt F của thiết bị,

- Ở loại thiết bị bay hơi kiểu không ngập, môi chất lạnh lỏng không bao phủ toàn bộ bề mặt trao đổi nhiệt mà một phần bề mặt này dùng để quá nhiệt hơi hút về máy nén.

Đối với các loại dàn bay hơi trực tiếp thì phân ra theo kiểu cấp lỏng từ trên xuống hoặc cấp lỏng từ dưới lên. Khi cấp lỏng từ dưới lên hiệu quả trao đổi nhiệt lớn hơn vì diện tích dàn được phủ lỏng sôi nhiều hơn, tuy nhiên, khả năng lọt lỏng về máy nén gây va đập thủy lực lại lớn hơn. Ngược lại kiểu cấp lỏng từ trên xuống có hiệu quả trao đổi nhiệt nhỏ. Phần dưới dàn sử dụng chủ yếu vào việc quá nhiệt hơi hút nên an toàn hơn, khó bị lọt lỏng về máy nén hơn.

Theo môi chất lạnh, phân ra hai loại chính là thiết bị bay hơi amoniác và thiết bị bay hơi freôn. Sự khác nhau trong phương pháp cấp lỏng cũng là do tính chất vật lý và nhiệt động khác nhau cũng như tác động qua lại giữa chúng và dầu bôi trơn.

Thí dụ, các freôn có nhiệt hóa hơi nhỏ hơn nhiều lần so với amoniác, hệ số tỏa nhiệt cũng nhỏ hơn, do đó với cùng năng suất lạnh, lưu lượng freôn tuần hoàn trong hệ thống lạnh lớn hơn nhiều lần, bề mặt trao đổi nhiệt cũng phải lớn hơn nên thường có cánh phía freôn. Hầu hết các freôn hòa tan dầu tạo khả năng tốt hồi dầu về máy nén qua đường hút nhưng hệ thống lạnh amoniác cần trang bị bình tách dầu và các bầu dầu cho các thiết bị để thu hồi và xả dầu định kỳ về bình chứa.

Bảo vệ thiết bị bay hơi cũng gồm 3 công việc chính, đó là :

- Bảo vệ thiết bị bay hơi không bị cấp quá nhiều lỏng, gây nguy cơ lọt lỏng về máy nén, gây va đập thủy lực.
- Bảo vệ thiết bị bay hơi không bị đóng băng chất tải lạnh lỏng trong ống trao đổi nhiệt gây nguy cơ nổ ống, rò rỉ môi chất lạnh, làm hư hỏng thiết bị bay hơi.
- Xả băng định kỳ cho các dàn bay hơi làm lạnh không khí bảo đảm quá trình trao đổi nhiệt hiệu quả.

Sau đây chúng ta sẽ đi sâu nghiên cứu các vấn đề cụ thể của tự động điều khiển, điều chỉnh, báo hiệu và bảo vệ cho thiết bị bay hơi.

### 6.2. TỰ ĐỘNG CẤP LỎNG CHO THIẾT BỊ BAY HƠI

Bộ cấp lỏng cho thiết bị bay hơi là một cụm quan trọng của hệ thống lạnh được tự động hóa. Việc cấp lỏng chỉ có thể thực hiện nhờ bộ điều chỉnh cấp lỏng (bằng tay hoặc tự động) bởi vì chỉ cần một đại lượng nhiều rất nhỏ tác động, như thay đổi phụ tải nhiệt, thay đổi nhiệt độ môi trường bên ngoài thì thiết bị bay hơi đã có thể bị ú lỏng, dẫn đến nguy cơ máy nén hút phải lỏng gây ra va đập thủy lực cho máy nén.

Mức lỏng của thiết bị bay hơi ảnh hưởng rất lớn đến chỉ tiêu năng lượng của máy lạnh. Phần lớn các thiết bị bay hơi đều có mức lỏng tiêu chuẩn. Thấp hơn hoặc cao hơn mức đó thì hiệu quả năng lượng sẽ giảm đi vì không sử dụng hết diện tích bề mặt trao đổi nhiệt hoặc sẽ dẫn tới chế độ làm việc nguy hiểm như nguy cơ lỏng lọt vào máy nén...

Mức chứa lỏng của thiết bị bay hơi được đặc trưng bằng mức sử dụng diện tích bề mặt trao đổi nhiệt nhưng việc xác định trực tiếp diện tích bề mặt trao đổi nhiệt đó khá khó khăn.

Có ba chỉ tiêu gián tiếp cho phép đánh giá mức độ cấp lỏng cho thiết bị bay hơi là :

- Độ quá nhiệt của hơi ra khỏi thiết bị bay hơi,
- Mức lỏng của môi chất
- Áp suất bay hơi.

Dụng cụ để thực hiện việc tự động cấp lỏng cho thiết bị bay hơi là dụng cụ điều chỉnh tự động. Có thể chia ra hai loại dụng cụ điều chỉnh cấp lỏng tự động là :

- Dụng cụ điều chỉnh cấp lỏng theo độ quá nhiệt hơi hút về máy nén,
- Dụng cụ điều chỉnh mức lỏng.

Ngoài ra có dụng cụ duy trì không chế áp suất bay hơi không đổi.

#### a) Điều chỉnh cấp lỏng theo độ quá nhiệt hơi hút

Điều chỉnh cấp lỏng theo độ quá nhiệt hơi hút hiện nay là phương pháp phổ biến nhất vì độ quá nhiệt phản ánh đúng độ khô của hơi, một thông số quan trọng để lỏng không lọt vào máy nén, tuy nhiên độ khô của hơi rất khó xác định và hầu như chưa có dụng cụ nào cấp lỏng dựa trên nguyên tắc này.

Độ quá nhiệt hơi hút càng cao, càng đảm bảo an toàn cho máy nén. Nhược điểm của nó là hiệu quả trao đổi nhiệt kém. Lựa chọn độ quá nhiệt thích hợp cho mỗi hệ

thống lạnh là nhiệm vụ rất quan trọng. Độ quá nhiệt hơi hút là hiệu nhiệt độ hơi hút và nhiệt độ sôi nên rất dễ xác định. Tuy nhiên, trên thực tế, luôn luôn tồn tại pha lỏng trong dòng hơi ra khỏi thiết bị (nhất là trong hệ thống lạnh freon do môi chất hòa tan trong dầu), đồng thời, ngay trong thiết bị bay hơi do tổn thất áp suất trong dòng chuyển động cưỡng bức, trong ống và cột lỏng, trong thể tích chất lỏng sôi nên độ chính xác của giá trị nhiệt độ sôi xác định được và độ quá nhiệt của hơi, còn phụ thuộc vào phương pháp đo lường áp dụng. Mặc dù vậy, độ quá nhiệt của hơi ở lối ra khỏi thiết bị bay hơi vẫn là chỉ tiêu để đánh giá mức độ cấp lỏng và có thể sử dụng với bất cứ môi chất lạnh nào, chỉ trừ các bình bay hơi không có thể tích cần thiết làm quá nhiệt hơi.

#### b) Cấp lỏng theo mức

Đối với các bình bay hơi kiểu ngập và các dàn không có phần làm quá nhiệt, chỉ tiêu cấp lỏng là mức lỏng trong thiết bị. Mức lỏng có thể được đo và được cấp theo nguyên lý bình thông nhau. Đối với môi chất freon, do hòa tan dầu hoàn toàn, chế độ sôi màng manh, nhiều khi không tồn tại cả biến các pha, nhiệt độ và áp lực sôi giảm, đặc tính thiết bị thay đổi nên khó sử dụng được nguyên lý bình thông nhau. Đối với freon do đó thường cấp lỏng theo độ quá nhiệt.

Thực tế, phần lớn các thiết bị bay hơi được cấp lỏng theo tín hiệu quá nhiệt có thể kết hợp với dụng cụ điều chỉnh 2 vị trí. Các bình bay hơi amoniác thường dùng bộ điều chỉnh mức lỏng.

### 6.2.1. Cấp lỏng theo độ quá nhiệt hơi hút

Năng suất lạnh  $Q_0$  của thiết bị bay hơi được xác định theo biểu thức :

$$Q_0 = kF\Delta t_{tb} \quad (6.1)$$

trong đó :

- k - hệ số truyền nhiệt,  $W/m^2K$  ;
- F - diện tích bề mặt trao đổi nhiệt,  $m^2$  ;
- $\Delta t_{tb}$  - hiệu nhiệt độ trung bình logarit, K.

Hiệu nhiệt độ trung bình logarit xác định theo biểu thức :

$$\Delta t_{tb} = \frac{\Delta t_{\max} - \Delta t_{\min}}{\ln(\Delta t_{\max} / \Delta t_{\min})} \quad (6.2)$$

$\Delta t_{\max}$  và  $\Delta t_{\min}$  là hiệu nhiệt độ lớn nhất và nhỏ nhất giữa chất tải lạnh và môi chất lạnh sôi ở đầu vào và đầu ra thiết bị bay hơi :

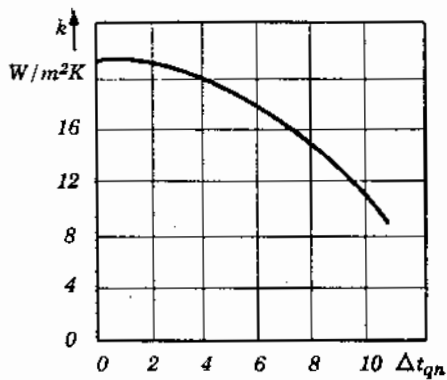
Giả sử diện tích bề mặt trao đổi nhiệt  $F = \text{const}$ , chỉ còn hệ số truyền nhiệt k phụ thuộc vào mức lỏng cấp trong thiết bị bay hơi hay độ quá nhiệt hơi hút về máy nén vì mức lỏng tỷ lệ nghịch với độ quá nhiệt hơi hút. Mức lỏng càng thấp, độ quá nhiệt càng cao và ngược lại mức lỏng càng cao độ quá nhiệt càng thấp.

Hình 6.1 biểu diễn quan hệ giữa hệ số truyền nhiệt k và độ quá nhiệt hơi hút theo thực nghiệm.

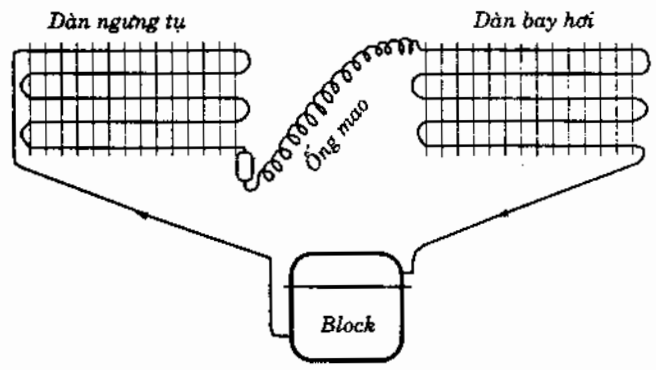
Theo đồ thị (hình 6.1) ta thấy độ quá nhiệt bằng không, k đạt giá trị cao nhất, và khi độ quá nhiệt  $\Delta t_{qn} = 10K$  thì hệ số k giảm đi chỉ còn một nửa.

Không thể chọn độ quá nhiệt bằng không vì đó là chế độ làm việc nguy hiểm vậy độ quá nhiệt là bao nhiêu để hệ thống lạnh hoạt động an toàn nhưng vẫn đảm bảo hiệu quả truyền nhiệt cao.





Hình 6.1. Sự phụ thuộc của hệ số truyền nhiệt  $k$ , W/m<sup>2</sup>K vào độ quá nhiệt hơi hút :  
 $\Delta t_{qn} = t_h - t_o$ , K ;  
 $t_h$  - nhiệt độ hơi hút ;  
 $t_o$  - nhiệt độ bay hơi,



Hình 6.2. Hệ thống lạnh nhỏ dùng ống mao.

6.2.1.1. Ống mao

Ống mao hay còn gọi là ống mao dẫn, ống kapile, cấp phun... đơn giản chỉ là một đoạn ống rất nhỏ có đường kính từ 0,6 đến 2mm và chiều dài từ 0,5 ÷ 5m nối giữa phin lọc dàn ngưng tụ và dàn bay hơi (hình 6.2) của hệ thống lạnh nhỏ.

Ống mao có ưu điểm là rất đơn giản, không có chi tiết chuyển động nên làm việc đảm bảo độ tin cậy rất cao. Sau khi máy nén ngừng vài phút, áp suất 2 bên hút và đẩy sẽ cân bằng nên khởi động máy rất dễ dàng.

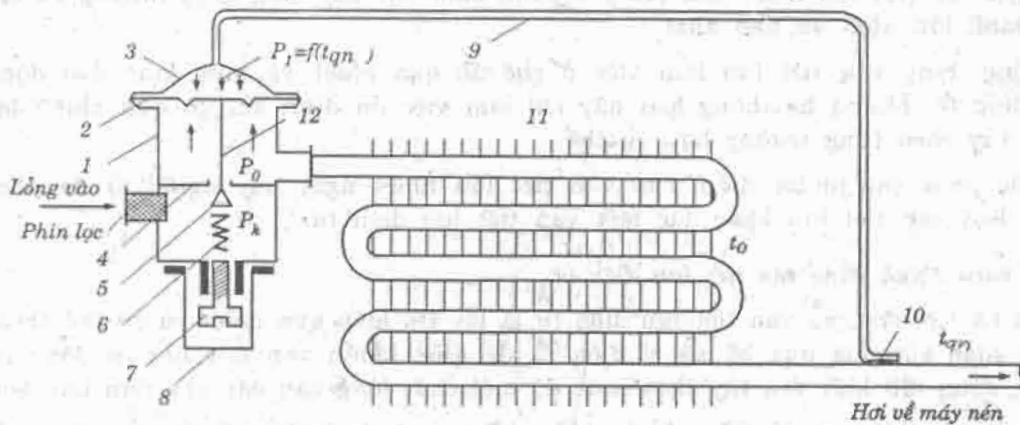
Tuy nhiên ống mao cũng có nhược điểm là dễ tắc bẩn, tắc ẩm, không thể điều chỉnh được vì ống mao là cơ cấu tiết lưu cố định do đó chỉ sử dụng cho hệ thống lạnh nhỏ và rất nhỏ như tủ lạnh gia đình, thương nghiệp, các máy điều hòa nhiệt độ một và hai cực năng suất đến khoảng 24.000 BTU/h. Điều chỉnh năng suất lạnh bằng thermostat hay role nhiệt độ. Khi đủ lạnh role nhiệt độ ngắt mạch máy nén. Khi nhiệt độ vượt quá mức cho phép, role nhiệt độ lại đóng mạch cho máy nén hoạt động. Độ quá nhiệt hơi hút được tính toán trước khi nạp, thí dụ với tủ lạnh, đường ống hút ra khỏi vỏ về máy nén phải có nhiệt độ đủ cao để không bị đọng sương gây ướt sũng cách nhiệt vô từ...

6.2.1.2. Điều chỉnh bằng van tiết lưu nhiệt

Van tiết lưu nhiệt hay van tiết lưu điều chỉnh tự động nhờ độ quá nhiệt của hơi hút về máy nén. Có 2 loại van : van tiết lưu nhiệt cân bằng trong và cân bằng ngoài. Hình 6.3 giới thiệu nguyên tắc cấu tạo và hoạt động của van tiết lưu nhiệt cân bằng trong.

Van tiết lưu nhiệt gồm khoang áp suất quá nhiệt  $p_1$  có màng đàn hồi, đầu cảm nhiệt 10, ống nối 9. Phía trong khoang được nạp môi chất dễ bay hơi (thường chính là môi chất sôi sử dụng trong hệ thống lạnh). Nhiệt độ quá nhiệt (cao hơn nhiệt độ sôi  $t_o$ ) được đầu cảm 10 biến thành tín hiệu áp suất để làm thay đổi vị trí của màng đàn hồi. Màng đàn hồi được gắn với kim van 5 nhờ thanh truyền 12, nên khi màng co dãn, kim van 5 trực tiếp điều chỉnh cửa thoát phun môi chất lỏng vào dàn.

Van tiết lưu hoạt động như sau : nếu tải nhiệt của dàn tăng hay môi chất vào dàn ít, độ quá nhiệt hơi hút tăng, áp suất  $p_1$  tăng, màng 2 dãn ra, đẩy kim van 5 xuống dưới, cửa thoát môi chất mở rộng hơn cho môi chất lỏng vào nhiều hơn. Khi môi chất lạnh vào nhiều, độ quá nhiệt hơi hút giảm,  $p_1$  giảm, màng 2 bị kéo lên trên khép bớt



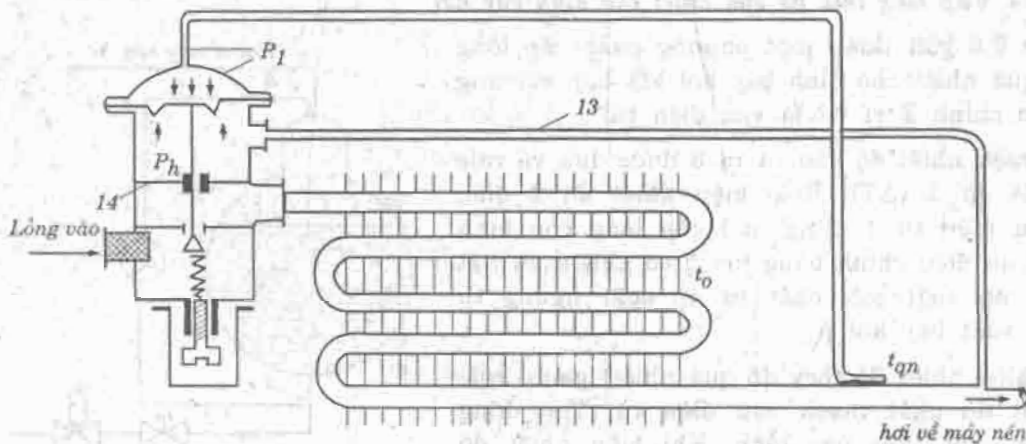
Hình 6.3. Van tiết lưu nhiệt cân bằng trong:

- 1 - thân van ; 2 - màng đàn hồi ; 3 - mũ van ; 4 - đế van ; 5 - kim van ; 6 - lò xo nén ;  
7 - vít điều chỉnh độ quá nhiệt ; 8 - nắp ; 9 - ống nối ; 10 - đầu cảm nhiệt ; 11 - dàn bay hơi.

của môi chất vào ít hơn và nhiệt độ quá nhiệt lại tăng, chu kỳ điều chỉnh lặp lại, và dao động quanh vị trí đã đặt.

Độ quá nhiệt có thể nhờ vít 7. Khi vặn vít thuận chiều kim đồng hồ tương ứng độ quá nhiệt tăng, và ngược chiều kim đồng hồ là độ quá nhiệt giảm. Khi điều chỉnh hết mức, có thể thay đổi 20% năng suất lạnh của van.

Van tiết lưu nhiệt cân bằng trong chỉ sử dụng cho các loại máy lạnh nhỏ, dàn bay hơi bé, tổn thất áp suất không lớn. Khi cần giữ áp suất bay hơi và nhiệt độ bay hơi ổn định, đối với các dàn lạnh có công suất lớn và tổn thất áp suất lớn người ta phải sử dụng loại van tiết lưu cân bằng ngoài (hình 6.4).



Hình 6.4. Van tiết lưu nhiệt cân bằng ngoài :

- 13 - ống nối với đường hút máy nén ; 14 - tấm chặn .

Van tiết lưu nhiệt cân bằng ngoài có thêm ống nối 13 lấy tín hiệu áp suất hút ở gần đầu máy nén (bố trí càng gần đầu máy nén càng tốt). Áp suất phía dưới màng đàn hồi không còn là áp suất  $p_0$  mà là áp suất hút  $p_h$ . Do tổn thất áp suất ở dàn bay hơi thay đổi theo tải nên áp suất hút  $p_h$  là tín hiệu cấp lỏng bổ sung để hoàn thiện hơn chế độ cấp lỏng cho dàn bay hơi.

Khi chọn van tiết lưu nhiệt cần lưu ý để van đảm bảo cấp lỏng bình thường cả khi năng suất lạnh lớn nhất và nhỏ nhất.

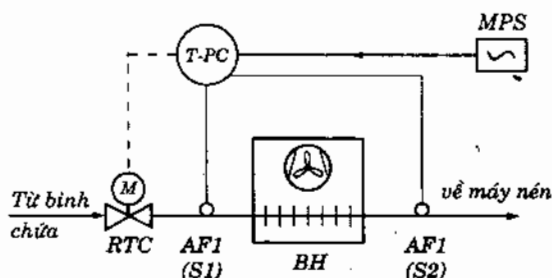
Hệ thống dùng van tiết lưu làm việc ở chế độ quá nhiệt và mức lỏng dao động đáng kể. Thực tế, những hệ thống loại này chỉ làm việc ổn định khi độ quá nhiệt đạt từ 3 + 5K tùy theo từng trường hợp cụ thể.

Để khắc phục các nhược điểm của van tiết lưu nhiệt ngày nay người ta đã phát triển nhiều loại van tiết lưu khác đặc biệt van tiết lưu điện tử.

### 6.2.1.3. Điều chỉnh bằng van tiết lưu điện tử

Nguyên tắc cơ bản của van tiết lưu điện tử là lấy tín hiệu quá nhiệt và có thể thêm tín hiệu áp suất hút đưa qua bộ xử lý điện tử để điều khiển van tiết lưu có động cơ truyền động đóng mở kim van tùy theo mức độ môi chất lỏng cần cấp cho dàn bay hơi.

Hình 6.5 giới thiệu sơ đồ điều chỉnh thiết bị bay hơi sử dụng van tiết lưu điện tử. Phần này sẽ được trình bày chi tiết hơn ở phần IV.



Hình 6.5. Sơ đồ điều chỉnh thiết bị bay hơi bằng van tiết lưu điện tử :

- MPS - Bộ vi xử lý (Micro processor)
- T-PC - Điều khiển nhiệt độ và áp suất (Temperature Pressure Control)
- RTC - Van TL điện tử điều chỉnh bằng động cơ
- AF1 - Đầu cảm nhiệt hoặc áp suất
- BH - Dàn bay hơi.

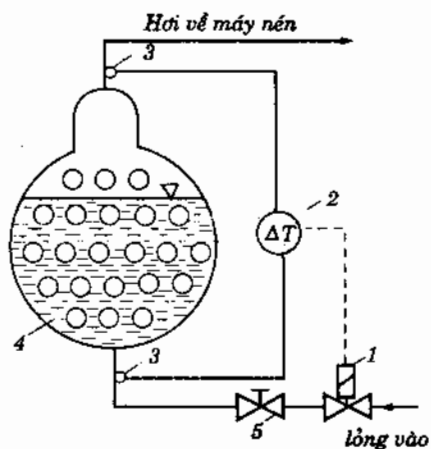
### 6.2.1.4. Cấp lỏng theo độ quá nhiệt cho bình bay hơi

Hình 6.6 giới thiệu một phương pháp cấp lỏng theo độ quá nhiệt cho bình bay hơi kết hợp với ứng dụng điều chỉnh 2 vị trí là van điện tử.

Tín hiệu nhiệt độ vào và ra 3 được đưa về role hiệu nhiệt độ 2 ( $\Delta T$ ). Role hiệu nhiệt độ 2 điều khiển van điện tử 1 đóng, mở cấp lỏng cho bình bay hơi. Van điều chỉnh bằng tay 5 có nhiệm vụ tiết lưu giảm áp suất môi chất từ áp suất ngưng tụ xuống áp suất bay hơi  $p_0$ .

Khi hiệu nhiệt độ (hay độ quá nhiệt) giảm, role hiệu nhiệt độ ngắt mạch van điện tử. Van đóng không cho môi chất vào bình. Khi hiệu nhiệt độ tăng, role đóng mạch cho van điện tử mở cấp lỏng cho bình bay hơi. Lượng môi chất vào bình cần khống chế để có lưu lượng lớn hơn lưu lượng hơi được hút về máy nén. Như vậy, mức lỏng trong bình bay hơi dao động chung quanh giá trị đặt trước.

Để tránh độ quá nhiệt dao động quá lớn, ảnh hưởng đến sự làm việc của máy nén, role hiệu nhiệt độ phải là loại có độ nhạy cảm cao từ 0,1 đến 0,3K.



Hình 6.6. Sơ đồ cấp lỏng theo độ quá nhiệt cho bình bay hơi kết hợp với dụng cụ điều chỉnh 2 vị trí :

- 1 - van điện tử ; 2 - role hiệu nhiệt độ ;
- 3 - đầu cảm nhiệt ; 4 - bình bay hơi ;
- 5 - van tiết lưu tay.

81  
1984  
228.476

Đối với các van tiết lưu nhiệt cấp lỏng cho dàn bay hơi thường người ta cũng bố trí một van điện từ phía trước kết hợp một role nhiệt độ phòng để điều chỉnh nhiệt độ phòng (hình 4.2).

**6.2.2. Cấp lỏng theo mức lỏng**

**6.2.2.1. Cấp lỏng theo mức lỏng bằng van phao**

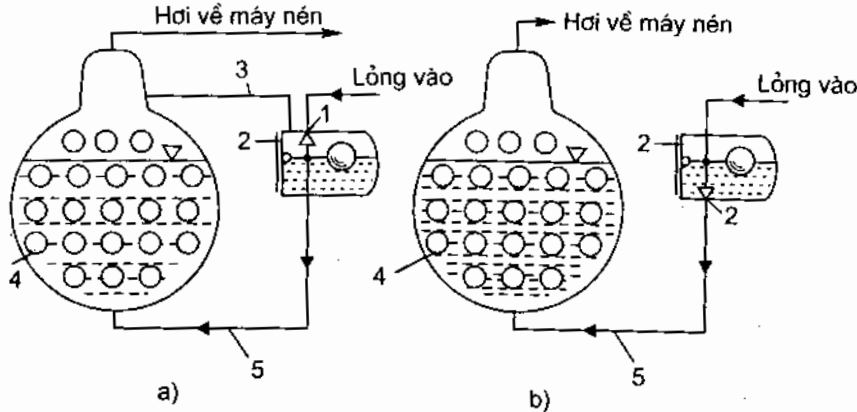
Hình 6.7 giới thiệu phương pháp cấp lỏng bằng van phao hạ áp và cao áp. Gọi là van phao hạ áp vì áp suất trong buồng van là áp suất chân không.

Buồng phao 2 được nối với bình bay hơi 4 nhờ đường cân bằng hơi 3 và đường cân bằng lỏng 5. Như vậy, mức lỏng của bình bay hơi cũng chính là mức lỏng của buồng phao vì là bình thông nhau.

Khi mức lỏng tăng, phao nổi lên đóng bớt van cấp lỏng và khi mức lỏng giảm phao mở rộng thêm cửa thoát của van cho lỏng vào nhiều hơn. Cứ như vậy van phao duy trì được mức lỏng dao động quanh giá trị đặt trong bình bay hơi. Phao thường bố trí ngang hàng ống thứ 2 ÷ 3 của bình.

Van phao cao áp dùng cho các hệ thống lạnh lớn có một bình bay hơi làm việc theo kiểu ngập lỏng. Van phao đặt phía bình ngưng tụ. Van mở để cấp lỏng cho bình bay hơi khi mức lỏng trong bình ngưng tăng lên, không phụ thuộc vào mức trong bình bay hơi (xem thêm chương 11). Để duy trì mức lỏng cho bình bay hơi cần phải nạp chính xác lượng nạp.

Hệ thống lạnh dùng van phao cao áp không có bình chứa cao áp. Gọi là van phao cao áp vì áp suất trong buồng van là áp suất ngưng tụ (xem thêm chương 11).



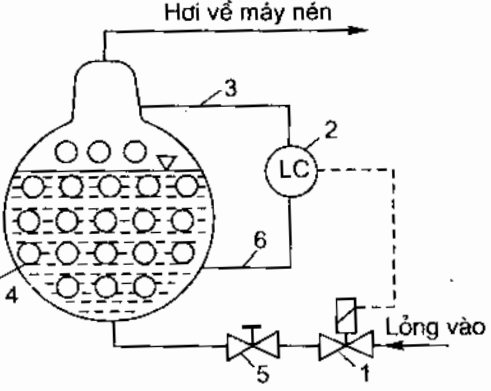
Hình 6.7. Cấp lỏng cho bình bay hơi bằng van phao : a) Hạ áp ; b) Cao áp.  
1 - van tác động nhờ phao ; 2 - buồng phao ;  
3 - đường cân bằng hơi ; 4 - bình bay hơi ;  
5 - đường cân bằng lỏng.

**6.2.2.2. Cấp lỏng theo mức bằng điều chỉnh 2 vị trí**

Hình 6.8 giới thiệu phương pháp cấp lỏng theo mức bằng điều chỉnh 2 vị trí

Phương pháp cấp lỏng này tương tự như phương pháp trình bày trên hình 6.6 nhưng role hiệu nhiệt độ được thay bằng role mức lỏng (level controller hoặc level switch). Role mức lỏng là một dụng cụ đóng ngắt mạch điện điều khiển theo sự lên xuống của mức lỏng. Role mức lỏng có 1 buồng phao nối thông với bình bay hơi bằng ống cân bằng hơi và cân bằng lỏng theo nguyên lý bình thông nhau.

Khi mức lỏng trong buồng phao tăng, phao nổi lên và cho tín hiệu ngắt mạch van điện từ đóng lại, không cho môi chất vào bình bay hơi. Khi mức lỏng hạ xuống, phao hạ xuống theo và cho tín hiệu đóng ngắt mạch cho van điện từ mở, cấp lỏng cho bình bay hơi.



Hình 6.8. Cấp lỏng theo mức bằng điều chỉnh 2 vị trí :

- 1 - van điện từ ; 2 - role mức lỏng (level controller) ; 3 - đường cân bằng hơi ;
- 4 - bình bay hơi ; 5 - van tiết lưu tay ;
- 6 - đường cân bằng lỏng.

### 6.2.3. Một số sơ đồ cấp lỏng thường gặp

#### 6.2.3.1. Cấp lỏng bình bay hơi môi chất sôi ngoài ống

Bình bay hơi làm lạnh chất tải lạnh (nước, nước muối) môi chất sôi ngoài ống là loại ống chùm, chất tải lạnh đi trong ống trao đổi nhiệt còn môi chất lạnh sôi trong không gian giữa các ống. Ống trao đổi nhiệt của bình bay hơi amoniac thường là ống trơn đường kính  $25 + 30\text{mm}$ , của bình bay hơi freon thường là ống đồng có cánh phía freon đường kính  $15 + 18\text{mm}$ .

Đối với môi chất amoniac thường sử dụng phương pháp cấp lỏng như đã trình bày trên hình 6.7 và 6.8.

Đối với môi chất freon thường sử dụng phương pháp như đã trình bày trên hình 6.5 và 6.8. Nhiệt độ quá nhiệt ở đây khoảng  $4 + 5\text{K}$ .

Sơ đồ hình 6.5 (freon) có nhược điểm là việc tái tuần hoàn dầu không ổn định nên ít được sử dụng. Người ta nghiên cứu lắp thêm một bộ hồi nhiệt và lấy tín hiệu quá nhiệt từ bộ hồi nhiệt để cải thiện hiệu quả trao đổi nhiệt và việc hồi dầu về máy nén (hình 6.9).

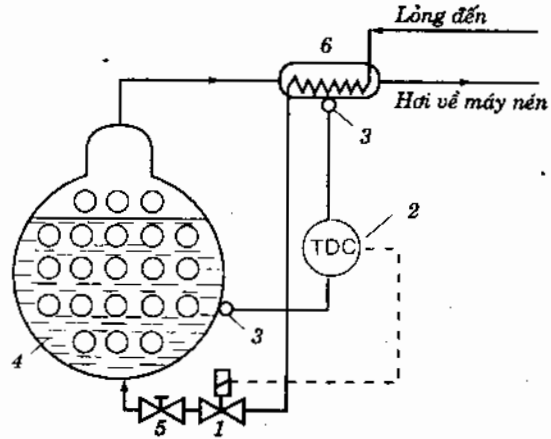
Khi bố trí đầu cảm nhiệt trên thiết bị hồi nhiệt, có thể xê dịch vị trí đầu cảm từ trái sang phải hoặc ngược lại để đạt được độ quá nhiệt trong bình bay hơi bằng 0, vì nhiệt độ bộ hồi nhiệt có nhiệt độ thay đổi phụ thuộc vào lỏng nóng đến và hơi ở dàn bay hơi ra dọc theo chiều dài thiết bị.

Với độ quá nhiệt bằng 0, bình bay hơi đạt được hệ số truyền nhiệt lớn nhất và dầu cũng được hồi lưu tốt hơn.

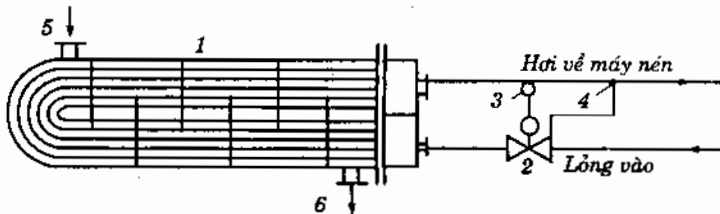
Nhược điểm của sơ đồ là sự cấp lỏng chịu ảnh hưởng rất lớn của sự thay đổi phụ tải nhiệt, nhiệt độ ngưng tụ và nhiệt độ bay hơi. Sơ đồ này làm việc hiệu quả đối với những hệ thống lạnh có chế độ làm việc ổn định. Muốn chuyển sang chế độ làm việc khác chỉ cần thay đổi vị trí gắn cảm nhiệt trên bình hồi nhiệt.

#### 6.2.3.2. Cấp lỏng bình bay hơi môi chất sôi trong ống

Do khối lượng môi chất cấp cho bình bay hơi tương đối nhỏ, gần giống như dàn bay hơi nên có thể dùng trực tiếp van tiết lưu nhiệt. Bình bay hơi sôi trong ống còn có đặc điểm là nắp bình có cấu tạo đặc biệt để phân phối đều lỏng cho tất cả các ống do đó có trở kháng thủy lực lớn. Vì lý do đó, chỉ nên dùng van tiết lưu nhiệt cân bằng ngoài cho loại bình này (xem hình 6.10).



Hình 6.9. Cấp lỏng cho bình bay hơi freon, lấy tín hiệu nhiệt độ quá nhiệt tại bộ hồi nhiệt :  
1 - van điện từ ; 2 - role hiệu nhiệt độ ;  
3 - đầu cảm nhiệt ; 4 - bình bay hơi ;  
5 - van tiết lưu tay ; 6 - hồi nhiệt.

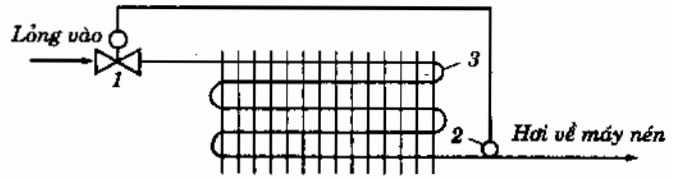


Hình 6.10. Cấp lỏng bình bay hơi lỏng sôi trong ống bằng van tiết lưu nhiệt cân bằng ngoài :  
1 - bình bay hơi lỏng sôi trong ống ; 2 - van tiết lưu nhiệt cân bằng ngoài ; 3 - đầu cảm nhiệt ;  
4 - đầu lấy tín hiệu áp suất ; 5, 6 - ống chất tải lạnh vào và ra.

### 6.2.3.3. Cấp lỏng dàn bay hơi freôn nhỏ

Các dàn bay hơi là các loại dàn ống xoắn lạnh có quạt dùng làm lạnh trực tiếp không khí, môi chất lạnh sôi trong ống nên có thể gọi tắt là dàn lạnh hoặc dàn lạnh quạt FCU (Fan Coil Unit).

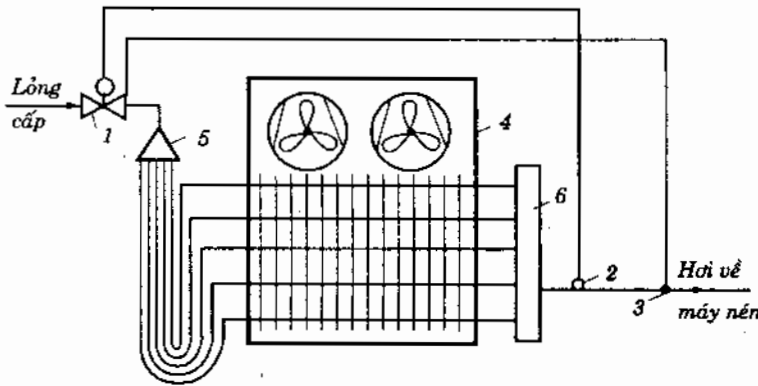
Các dàn lạnh quạt freôn thường được trang bị van tiết lưu nhiệt cân bằng trong hoặc cân bằng ngoài. Sử dụng van tiết lưu nhiệt cân bằng trong khi dàn bay hơi có tổn thất áp suất nhỏ và năng suất lạnh nhỏ. Tổn thất áp suất qua dàn ở chế độ làm việc bình thường khoảng 10 kPa (0,1 bar). Hình 6.11 giới thiệu sơ đồ cấp lỏng bằng van tiết lưu cân bằng trong (xem thêm hình 6.1).



Hình 6.11. Cấp lỏng cho dàn bay hơi freôn bằng van tiết lưu nhiệt cân bằng trong :  
1 - van tiết lưu nhiệt cân bằng trong ;  
2 - đầu cảm nhiệt ;  
3 - dàn bay hơi.

### 6.2.3.4. Cấp lỏng dàn bay hơi freôn lớn

Các dàn bay hơi freôn có năng suất lớn và có tổn thất áp suất lớn cần thiết phải sử dụng van tiết lưu nhiệt cân bằng ngoài (hình 6.12, xem thêm hình 6.2).



Hình 6.12. Cấp lỏng dàn bay hơi freôn lớn :  
1 - van tiết lưu nhiệt cân bằng ngoài ; 2 - đầu cảm nhiệt ;  
3 - ống lấy tín hiệu áp suất hút ; 4 - dàn lạnh quạt ;  
5 - đầu chia lỏng ; 6 - ống góp hơi.

Dàn bay hơi có nhiều cụm ống xoắn bố trí song song nhằm giảm tổn thất áp suất đến mức thấp nhất. Van tiết lưu nên sử dụng loại cân bằng ngoài. Để phân phối đều lỏng cho các cụm dàn ống phải có đầu phân phối 5 làm việc theo phương pháp thủy động hay áp động (xem tài liệu [7] chương 9) với 5 ống phân phối lỏng có chiều dài và kích thước bằng nhau để có tổn thất áp suất giống nhau. Tổn thất áp suất của các dàn bay hơi loại này nằm trong khoảng  $100 \div 200$  kPa ( $1 \div 2$  bar). Do đó ở đây phải sử dụng loại van cân bằng ngoài. Khi lựa chọn van cần phải chọn năng suất lạnh

định mức cao hơn năng suất lạnh cực đại của dàn bay hơi từ  $20 \div 30\%$ .

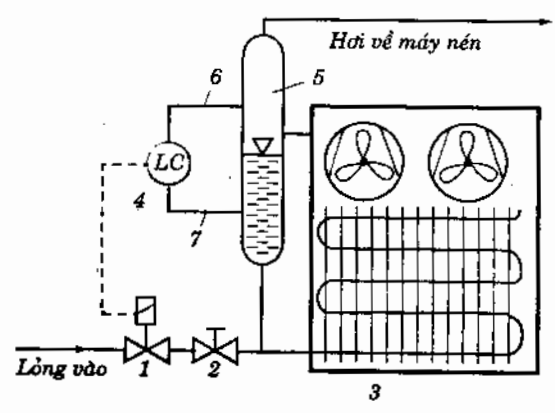
Theo thực nghiệm, nếu độ quá nhiệt  $2 \div 3K$  thì rất khó truyền tín hiệu để xử lý đóng mở của van vì vậy cần phải hiệu chỉnh van ở chế độ làm việc với độ quá nhiệt từ  $3K$  trở lên.

Tuy nhiên như vậy thì hiệu quả trao đổi nhiệt của dàn bị giảm nhưng quá trình hồi dầu về máy nén đảm bảo hơn. Đặc biệt ở độ quá nhiệt  $10 \div 12K$ , quá trình hồi dầu hiệu quả do cường độ sôi mạnh và tốc độ lưu chuyển của hỗn hợp hơi và lỏng lớn.

### 6.2.3.5. Cấp lỏng dàn bay hơi amoniac

Hình 6.13 giới thiệu một sơ đồ cấp lỏng cho dàn bay hơi amoniac.

Sơ đồ cấp lỏng này khác biệt cơ bản với sơ đồ hình 6.12 là có bình tách lỏng 5. Bình này cần thiết để bố trí các ống cân bằng hơi và cân bằng lỏng cho role mức lỏng LC. Role mức lỏng báo tín hiệu cho van điện từ 1. Khi mức lỏng quá cao, van điện từ đóng, ngừng cấp lỏng mở van điện từ tiếp tục cấp lỏng cho dàn. Van tiết lưu tay 2 dùng để tiết lưu lỏng áp cao  $p_k$  xuống áp suất thấp  $p_o$ .

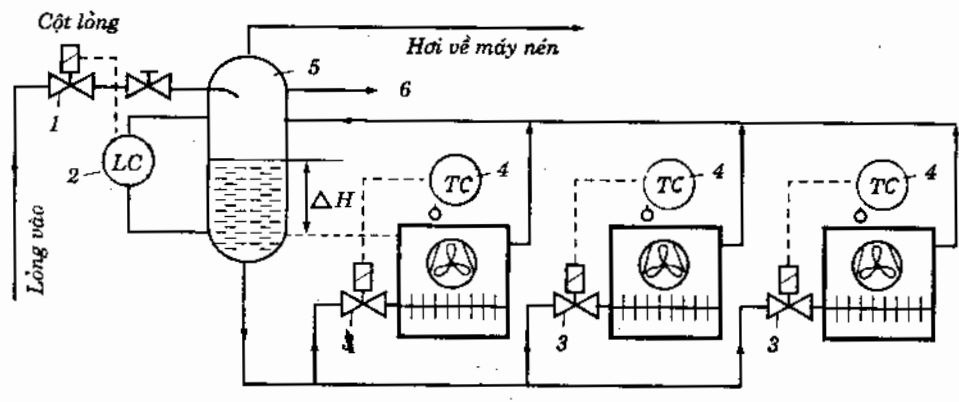


Hình 6.13. Cấp lỏng cho dàn bay hơi amoniác ;  
 1 - van điện từ ; 2 - van tiết lưu tay ;  
 3 - dàn bay hơi ; 4 - role mức lỏng (Level Controller) ;  
 5 - bình tách lỏng ; 7 - đường cân bằng lỏng.

6.2.3.6. Cấp lỏng cho nhiều dàn bay hơi nhờ cột lỏng

Hình 6.14 giới thiệu sơ đồ cấp lỏng cho nhiều dàn bay hơi nhờ cột lỏng.

Nhờ độ chênh cột lỏng giữa mức lỏng trong bình tách lỏng và ống trao đổi nhiệt cao nhất của dàn, lỏng có thể tự chảy vào các dàn bay hơi. Ở các trường hợp cấp lỏng đã nêu phần lớn người ta lợi dụng độ chênh áp suất  $p_k - p_o$  để cấp lỏng vào dàn nhưng trong trường hợp này, độ chênh áp suất  $p_k - p_o$  để cấp lỏng vào bình tách lỏng, còn sự cấp lỏng từ bình tách lỏng vào các dàn nhờ độ chênh cột lỏng và nguyên lý bình thông nhau.



Hình 6.14. Sơ đồ cấp lỏng cho nhiều dàn bay hơi nhờ cột lỏng :  
 1 - van điện từ cấp lỏng ; 2 - role mức lỏng kiểu phao ; 3 - van điện từ điều chỉnh nhiệt độ buồng lạnh ;  
 4 - role nhiệt độ điều chỉnh nhiệt độ buồng lạnh ; 5 - bình tách lỏng ; 6 - ống chảy tràn về bình chứa.

Yêu cầu của phương pháp cấp lỏng này là bình tách lỏng phải lắp đặt cao hơn tất cả các dàn lạnh. Các dàn lạnh cần bố trí ở các độ cao giống nhau là tốt nhất.

Cấp lỏng vào bình tách lỏng cũng dùng bộ cấp lỏng 2 vị trí nhờ role mức lỏng kiểu phao LC và van điện từ. Các dàn lạnh cũng được bố trí bộ khống chế nhiệt độ phòng kiểu điều chỉnh 2 vị trí nhờ van điện từ kết hợp với role nhiệt độ phòng. Khi đủ lạnh role nhiệt độ đóng van điện từ ngừng cấp lỏng cho dàn. Khi nhiệt độ phòng tăng quá mức cho phép, role nhiệt độ mở van điện từ để tiếp tục cấp lỏng cho dàn.

Role mức lỏng kiểu phao LC cần phải khống chế mức lỏng trong phạm vi cho phép không để mức lỏng lên quá cao. Khi mức lỏng vượt quá mức (do role mức lỏng trực trực hoặc do tải nhiệt các dàn quá lớn...) lỏng có thể theo đường chảy tràn 6 chảy về

binh chứa hạ áp. Tuy nhiên có thể lỏng chảy không kịp qua đường 6 mà bị hút vào máy nén gây va đập thủy lực. Đây cũng là nhược điểm cơ bản của phương pháp cấp lỏng này.

Sơ đồ này còn một nhược điểm khác là nếu các dàn bay hơi bố trí chênh lệch nhau về độ cao thì dàn dưới cùng sẽ có nhiệt độ sôi cao hơn do áp suất thủy tĩnh của cột lỏng. Nếu bố trí các dàn theo nhiều tầng thì vị trí đặt bình tách lỏng sẽ rất cao và việc vận hành, theo dõi... rất bất tiện.

Để khắc phục sơ đồ cấp lỏng này, đối với các hệ thống lạnh lớn thường người ta sử dụng sơ đồ cấp lỏng có bơm tuần hoàn môi chất lạnh lỏng.

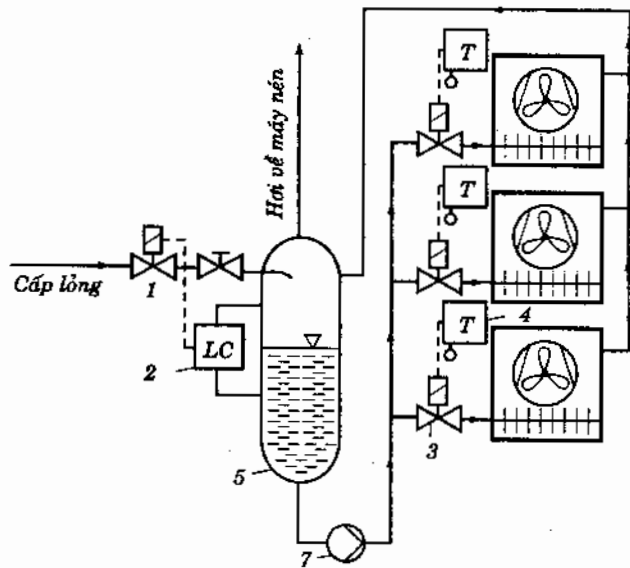
### 6.2.3.7. Cấp lỏng cho dàn bay hơi nhờ bơm tuần hoàn

Sơ đồ dùng bơm tuần hoàn môi chất lỏng khắc phục được nhiều nhược điểm của sơ đồ cấp lỏng nhờ cột lỏng như không còn cột áp thủy tĩnh, bình tách lỏng không cần đặt cao, dàn có thể đặt cao thấp khác nhau, lượng lỏng nạp vào bình chứa tuần hoàn lớn, sự lưu động của môi chất lỏng lạnh lớn nên dàn làm việc hiệu suất trao đổi nhiệt cao hơn nhiều. Hỗn hợp hơi lỏng ra từ dàn bay hơi được đưa về bình chứa tuần hoàn, hơi về máy nén còn lỏng lại nhanh chóng được bơm trở lại dàn nên cường độ trao đổi nhiệt lớn...

Hình 6.15 giới thiệu sơ đồ cấp lỏng cho dàn bay hơi nhờ bơm tuần hoàn.

Thông số điều chỉnh là mức lỏng trong bình chứa tuần hoàn. Bình chứa tuần hoàn cũng làm nhiệm vụ của bình tách lỏng nhưng có thể tích lớn hơn để dự trữ lỏng đảm bảo cho bơm tuần hoàn làm việc một cách hoàn hảo. Khi mức lỏng quá cao, role mức lỏng đóng van điện từ và khi mức lỏng hạ xuống dưới quy định, role mức lỏng mở van bổ sung lỏng cho bình chứa. Để đạt được mức lỏng như quy định trong bình chứa, cần chọn van tiết lưu tay và van điện từ có năng suất lạnh lớn hơn phụ tải lớn nhất toàn bộ dàn bay hơi ít nhất từ 20 ÷ 30%. Như vậy khi van điện từ tác động thì lỏng được cấp vào nhiều và mức lỏng nhanh chóng được phục hồi.

Binch chứa tuần hoàn thường là loại hình trụ đứng nhưng cũng có thể sử dụng loại bình hình trụ nằm ngang. Không chế mức lỏng, dùng role mức lỏng kiểu phao nhưng về nguyên tắc có thể dùng bất cứ dụng cụ không chế mức lỏng nào khác, miễn sao đạt được mục đích là khống chế được mức lỏng và đảm bảo an toàn cho máy nén không hút phải lỏng.



Hình 6.15. Sơ đồ cấp lỏng cho nhiều dàn bay hơi nhờ bơm tuần hoàn :

- 1 - van điện từ cấp lỏng ;
- 2 - role mức lỏng kiểu phao ;
- 3 - van điện từ điều chỉnh nhiệt độ buồng lạnh ;
- 4 - role nhiệt độ điều chỉnh nhiệt độ buồng lạnh ;
- 5 - bình chứa tuần hoàn ;
- 6 - ống chảy tràn về bình chứa ;
- 7 - bơm tuần hoàn.



### 6.3. BẢO VỆ THIẾT BỊ BAY HƠI

Hệ thống bảo vệ thiết bị bay hơi dùng để ngăn ngừa thiết bị bay hơi làm việc ở các chế độ, nguy hiểm có thể dẫn đến nguy cơ làm hư hỏng thiết bị bay hơi, máy nén và các bộ phận khác của máy lạnh. Những nguyên nhân cơ bản gây ra chế độ vận hành nguy hiểm là tràn lỏng trong dàn bay hơi và đóng băng chất tải lạnh.

Hệ thống bảo vệ ở đây gồm những dụng cụ bảo vệ, các phần tử liên quan và sơ đồ điều khiển điện. Tín hiệu xử lý của hệ thống bảo vệ được truyền về hệ thống điều khiển của máy lạnh, dùng máy nén để bảo vệ hoặc truyền đến các phần tử liên quan.

#### 6.3.1. Bảo vệ thiết bị bay hơi không bị tràn lỏng

##### 6.3.1.1. Bảo vệ bình bay hơi amoniac không bị tràn lỏng

Như ta đã biết, hệ số truyền nhiệt k của thiết bị bay hơi càng lớn khi độ quá nhiệt càng nhỏ hay độ điện áp môi chất lỏng đối với dàn càng lớn (xem hình 6.1). Nhưng ta phải ghi nhớ một điều :

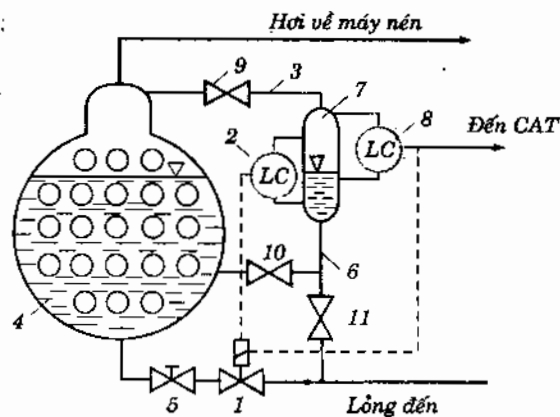
*Cấp lỏng cho dàn bay hơi càng dày, hiệu quả trao đổi nhiệt càng lớn nhưng tuyệt đối không được tràn lỏng.*

Nếu lỏng tràn về máy nén, có thể gây ra sự cố nghiêm trọng cho máy nén do va đập thủy lực. Điều này càng nghiêm trọng đối với máy nén amoniac vì máy nén amoniac làm việc với độ quá nhiệt hơi hút rất nhỏ, khối lượng lỏng tràn về lớn do số lượng dàn lớn...

Hình 6.16 giới thiệu một sơ đồ bảo vệ bình bay hơi ống vỏ kiểu ngập lỏng amoniac. Trong bình bay hơi luôn luôn tồn tại quá trình bay hơi mạnh hoặc yếu nên mức lỏng không xác định được một cách rõ ràng do bề mặt phân chia pha luôn bị xáo động. Để tạo điều kiện cho role mức lỏng làm việc tốt hơn, người ta bố trí bình đo mức lỏng. Về lý thuyết mức lỏng trong bình đo đúng bằng mức lỏng trong bình bay hơi vì hai bình thông nhau. Nhưng trong thực tế, mức lỏng trong bình đo luôn luôn thấp hơn một chút do quá trình sôi trong bình bay hơi.

Sơ đồ này giống gần như hoàn toàn sơ đồ giới thiệu trên hình 6.8. Role mức lỏng 2, van điện từ 1 và van tiết lưu tay 5 dùng để cấp lỏng cho bình bay hơi. Điểm khác biệt là có thêm role mức lỏng 8 bố trí cao hơn role 2 một khoảng  $\Delta H$ . Đây chính là mức lỏng nguy hiểm. Nếu vì lý do nào đó, mức lỏng trong bình bay hơi đạt đến mức lỏng nguy hiểm này, role 8 phải phát tín hiệu về chuỗi an toàn của hệ thống lạnh ra lệnh ngừng máy để bảo vệ, ngoài ra còn truyền tín hiệu để đóng van điện từ 1.

Trong thực tế vận hành máy lạnh amoniac, bảo vệ máy nén không hút phải lỏng là yêu cầu và điều kiện quan trọng nhất của quy tắc an toàn thiết bị và an toàn lao động. Nhiệm vụ bảo vệ đó vì thế phải thật tin cậy.



Hình 6.16. Sơ đồ bảo vệ bình bay hơi ống vỏ kiểu ngập amoniac bằng role bảo vệ mức lỏng :  
1 - van điện từ ; 2 - role mức lỏng để cấp lỏng ;  
3 - đường cân bằng hơi ; 4 - bình bay hơi ;  
5 - van tiết lưu tay ; 6 - đường cân bằng lỏng ;  
7 - bình đo mức lỏng ; 8 - role bảo vệ mức lỏng đưa tín hiệu bảo vệ đến chuỗi an toàn CAT ;  
9, 10, 11 - van chặn.

Để đáp ứng nhiệm vụ này cần phải ứng dụng một số biện pháp đặc biệt. Một trong những biện pháp đó là thường xuyên kiểm tra sự hoạt động của toàn bộ mạch bảo vệ. Kiểm tra bằng cách bơm lỏng vào bình đo 7. Hệ thống van bố trí quanh bình đo phục vụ cho mục đích đó. Đầu tiên có thể đóng các van 9, 10. Sau đó mở van 11, cấp lỏng qua van 11 vào bình đo để thử nghiệm các role mức lỏng đóng ngắt có đúng các chiều cao mức lỏng hay không.

Ngoài việc kiểm tra sự hoạt động bình thường của role và các dụng cụ cần kiểm tra các van, các đường ống để phòng chúng bị tắc dẫu, tắc bần làm cho hệ thống bảo vệ hoạt động không bình thường.

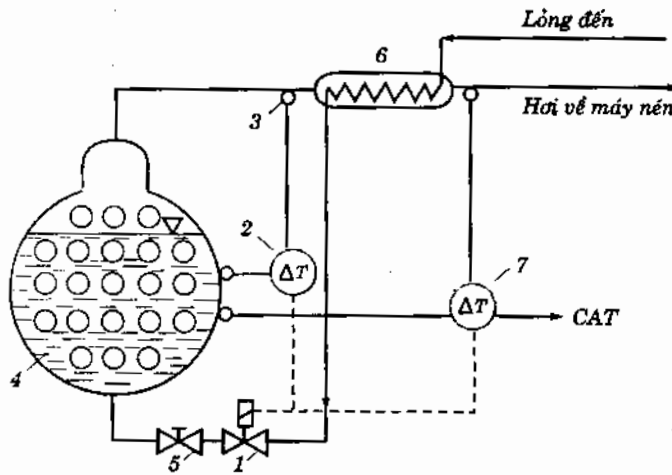
Nếu do điều kiện vận hành không thể kiểm tra được, có thể bố trí thêm role mức lỏng bảo vệ song song nếu nghi ngờ độ tin cậy của role bảo vệ thứ nhất. Role này cũng phải đưa vào chuỗi an toàn CAT của hệ thống như role thứ nhất.

Ngoài mạch bảo vệ điều chỉnh cấp lỏng, cần phải bố trí mạch liên động giữa máy nén và van điện từ cấp lỏng. Khi máy nén dừng, van điện từ phải đóng, ngừng cấp lỏng, không phụ thuộc vào role mức lỏng lúc đó có ngắt mạch van điện từ hay không để tránh hiện tượng van điện từ vẫn cấp lỏng cho bình bay hơi khi máy nén đã ngừng hoạt động.

### 6.3.1.2. Bảo vệ bình bay hơi freon không bị tràn lỏng

Hình 6.17 giới thiệu sơ đồ tự động hóa bảo vệ bình bay hơi ống vỏ kiểu ngập freon không bị tràn lỏng với cấp lỏng theo độ quá nhiệt 2 vị trí.

Hai role hiệu nhiệt độ ở đây có chức năng khác nhau. Role hiệu nhiệt độ 2 chỉ có chức năng đóng ngắt van điện từ 1 để cấp lỏng cho bình bay hơi. Role hiệu nhiệt độ 7



Hình 6.17. Sơ đồ bảo vệ bình bay hơi ống vỏ kiểu ngập freon không bị tràn lỏng :

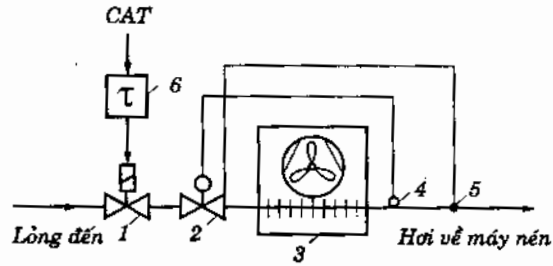
- 1 - van điện từ ; 2 - role hiệu nhiệt độ cấp lỏng ;
- 3 - đầu cảm nhiệt ; 4 - bình bay hơi ; 5 - van tiết lưu tay ;
- 6 - hồi nhiệt, 7 - role hiệu nhiệt độ bảo vệ tràn lỏng.

mới là role bảo vệ tràn lỏng về máy nén. Tín hiệu của role này một mặt được đưa về chuỗi an toàn CAT để ngắt bảo vệ máy nén, một mặt cho tín hiệu ngắt van điện từ ngừng cấp lỏng cho bình bay hơi. Trong nhiều trường hợp người ta còn lắp vào role hiệu nhiệt độ 7 một role thời gian để làm trễ quá trình xử lý mạch bảo vệ nhằm loại trừ được những trường hợp bất máy nén dừng không đúng yêu cầu.

Tín hiệu cho van điện từ 1 cũng cần được xử lý nhanh chóng và khi máy nén dừng trong bất kỳ tình huống nào van điện từ cũng phải đóng, ngừng cấp lỏng cho bình bay hơi theo kiểu bảo vệ liên động.

**6.3.1.3. Bảo vệ dàn bay hơi không bị tràn lỏng**

Bảo vệ dàn bay hơi không bị tràn lỏng về máy nén đơn giản hơn (hình 6.18). Mỗi dàn bay hơi được trang bị một van điện từ trước van tiết lưu. Van điện từ tác động bảo vệ đóng ngắt đơn giản qua côngtactơ máy nén. Máy nén làm việc van điện từ mở cấp lỏng cho dàn bay hơi. Máy nén dừng van điện từ đóng, ngừng cấp lỏng tránh tràn lỏng dàn lạnh. Role thời gian dùng để mở trở van điện từ khi khởi động máy nén. Thời gian mở trở van điện từ sau khi khởi động máy nén tùy hệ thống lạnh có thể từ 30 giây đến vài phút.

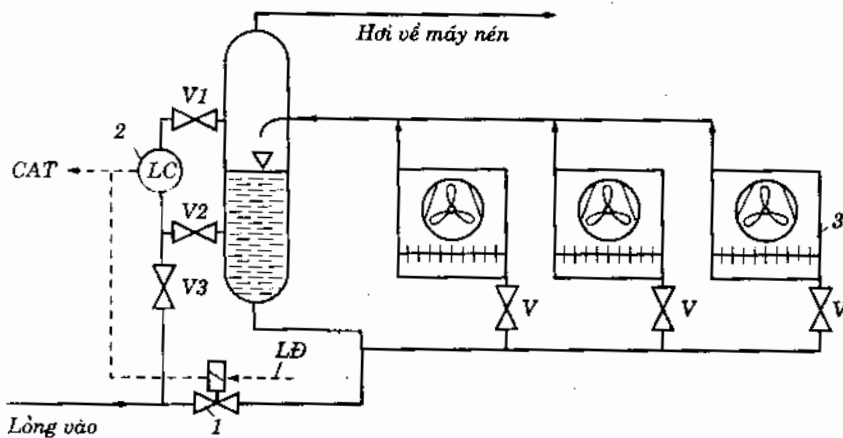


**Hình 6.18.** Sơ đồ bảo vệ dàn bay hơi không bị tràn lỏng :

- 1 - van điện từ ; 2 - van tiết lưu nhiệt cân bằng ngoài ;
- 3 - dàn bay hơi ; 4 - đầu cảm nhiệt ; 5 - đầu nối tín hiệu áp suất ; 6 - role thời gian.

**6.3.1.4. Bảo vệ hệ thống dàn bay hơi amoniac không bị tràn lỏng**

Hình 6.19 giới thiệu sơ đồ bảo vệ tràn lỏng hệ thống dàn bay hơi có nhiều nhánh amoniac, thí dụ trên sơ đồ có 3 nhánh. Để bảo vệ tràn lỏng về máy nén người ta bố trí bình tách lỏng cho toàn bộ hệ thống dàn và trang bị một role mức lỏng LC. Role mức lỏng được nối với bình qua đường cân bằng hơi và cân bằng lỏng, đây cũng là đầu cảm biến của role. Trên các đường cân bằng có bố trí van dùng để bảo dưỡng, sửa chữa, kiểm tra định kỳ role và các đường ống. Role mức lỏng đảm đương 2 nhiệm vụ cấp lỏng khi đóng mở van điện từ 1 và khi mức lỏng trong bình tách lỏng đạt mức nguy hiểm thì chuyển tín hiệu xử lý về chuỗi an toàn, ngắt kịp thời để bảo vệ máy nén. Van điện từ 1 còn có bảo vệ liên động với máy nén. Khi máy nén dừng, van điện từ ngắt, không phụ thuộc vào role mức lỏng. Van V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>, V<sub>3</sub> dùng để bảo dưỡng, sửa chữa, thử nghiệm role mức lỏng LC.

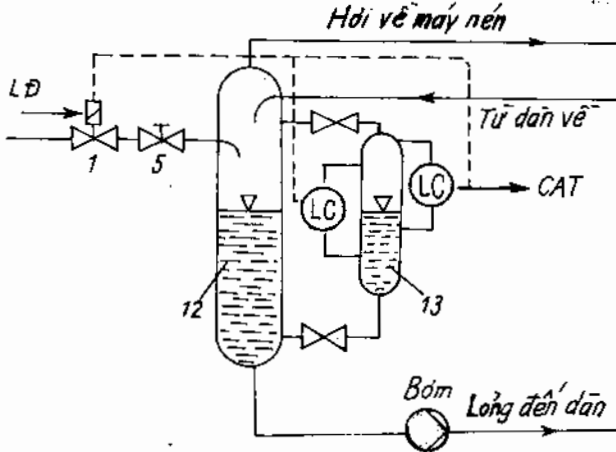


**Hình 6.19.** Sơ đồ bảo vệ tràn lỏng cho hệ thống dàn bay hơi amoniac :

- 1 - van điện từ ; 2 - role mức lỏng ; 3 - dàn quạt lạnh ; V - van chặn ;
- V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>, V<sub>3</sub> - van của role mức lỏng ; CAT - chuỗi an toàn ; LD - bảo vệ liên động.

### 6.3.1.5. Bảo vệ tràn lỏng cho bình chứa tuần hoàn

Hình 6.20 giới thiệu sơ đồ tràn lỏng về máy nén cho bình chứa tuần hoàn amoniác.



Hình 6.20. Sơ đồ bảo vệ bình chứa tuần hoàn amoniác;  
 LD : bảo vệ liên động cùng máy nén ;  
 CAT - chuỗi an toàn ;  
 12 - bình chứa tuần hoàn ;  
 13 - bình đo.

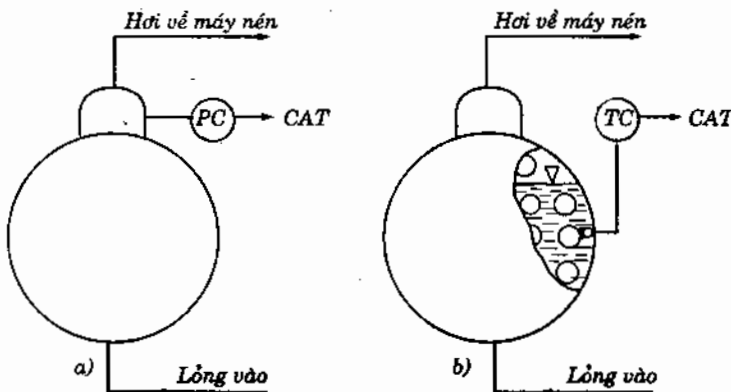
Sơ đồ này gần giống như sơ đồ bảo vệ bình bay hơi ống vỏ kiểu ngáp amoniác (xem 6.3.1.1 và hình 6.16)

### 6.3.2. Bảo vệ bình bay hơi không bị đóng băng bằng chất tải lạnh

Khi vận hành hệ thống lạnh có bình bay hơi ống vỏ kiểu môi chất sôi trong không gian giữa các ống, chất tải lạnh đi trong ống, khi chế độ làm việc dao động dễ xảy ra nguy cơ chất tải lạnh đóng băng trong ống và làm nổ ống trao đổi nhiệt, gây ra những nguy cơ và tai nạn, xì hở, mất môi chất hoặc chất tải lạnh lọt vào hệ thống lạnh như nước muối gây ăn mòn phá hủy toàn bộ hệ thống lạnh...

Hình 6.21 giới thiệu sơ đồ cho bình bay hơi loại này. Các nguyên nhân có thể dẫn đến đóng băng chất tải lạnh trong ống :

- Nhiệt độ sôi quá thấp so với nhiệt độ đóng băng chất tải lạnh. Thường nhiệt độ sôi  $t_{omin} = t_b + 5K$  trong đó  $t_b$  là nhiệt độ đóng băng của chất tải lạnh.
- Chế độ làm việc dao động,  $t_o$  và  $p_o$  xuống quá thấp
- Bơm chất tải lạnh bị trục trặc, lưu lượng qua bình bay hơi quá ít.
- Ống trao đổi nhiệt bị tắc do cáu bẩn hoặc bất kỳ lý do gì.



Hình 6.21. Sơ đồ bảo vệ bình bay hơi kiểu ngáp amoniác :  
 (môi chất sôi trong không gian giữa các ống) khỏi bị đóng băng bằng chất tải lạnh trong ống :  
 a) bằng rơle áp suất PC (Pressure Controller) ; b) bằng rơle nhiệt độ (Temperature controller).

3.822  
0.000

Phương pháp bảo vệ tốt nhất là khống chế nhiệt độ sôi của môi chất lạnh. Phương pháp khác là khống chế áp suất sôi của môi chất. Trong cả 2 sơ đồ, khi role tác động, tín hiệu được đưa về chuỗi an toàn của hệ thống điều khiển để dừng máy nén hoặc phát tín hiệu báo hiệu nguy hiểm trước.

Sơ đồ role áp suất đơn giản hơn nên được sử dụng nhiều hơn trong thực tế.

Khi bơm chất tải lạnh dừng hoạt động do hỏng hóc hoặc do quên không bật cũng dẫn đến nguy cơ đóng băng. Do đó có thể bổ sung thêm bảo vệ liên động giữa bơm và máy nén. Máy nén chỉ làm việc khi bơm đã làm việc và nếu bơm chưa chạy máy nén không khởi động được.

## CHƯƠNG 7

# TỰ ĐỘNG HÓA MÁY LẠNH VÀ BUỒNG LẠNH

Các loại máy lạnh được tự động hóa có thể chia làm 2 loại trực tiếp và gián tiếp. Đối tượng làm lạnh của các máy lạnh là buồng lạnh.

Máy lạnh trực tiếp là loại máy lạnh có dàn bay hơi trực tiếp làm lạnh không khí buồng lạnh.

Máy lạnh gián tiếp là loại máy lạnh làm lạnh chất tải lạnh như nước, nước muối... Sau đó chất tải lạnh mới được bơm đi làm lạnh buồng nhờ các dàn lạnh nước muối hoặc nước.

Buồng lạnh thường có yêu cầu chủ yếu về nhiệt độ sau đó có thể có thêm các yêu cầu khác như độ ẩm không khí bảo quản, sự hòa trộn không khí tươi đối với các sản phẩm có hô hấp như trứng, khoai tây, rau hoa quả, hạt giống...

Mỗi loại máy lạnh và buồng lạnh nêu trên đều có các đặc thù khác nhau và yêu cầu khác nhau về tự động hóa.

### 7.1. MÁY LÀM LẠNH CHẤT TẢI LẠNH (LIQUID CHILLER)

Máy làm lạnh chất tải lạnh hiện nay được sử dụng rộng rãi đặc biệt trong kỹ thuật điều hòa không khí với chất tải lạnh là nước (Water chiller) hoặc làm lạnh chất lỏng (Liquid chiller). Máy thường là những tổ hợp lạnh khép kín được chế tạo lắp ráp thử nghiệm hoàn chỉnh tại nhà máy sản xuất nên chất lượng đảm bảo, tuổi thọ và độ tin cậy rất cao.

Các máy làm lạnh chất lỏng (hay chất tải lạnh lỏng) có máy nén pittông, trục vít hoặc ly tâm, thiết bị ngưng tụ thường là bình ngưng ống vỏ hoặc dàn ngưng giải nhiệt gió, thiết bị bay hơi là bình bay hơi ống vỏ môi chất sôi trong ống hoặc sôi trong không gian giữa các ống.

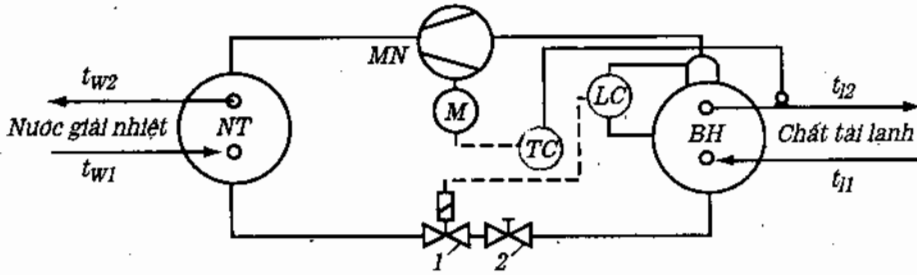
Đối với máy nén pittông các phương pháp điều chỉnh năng suất lạnh chủ yếu là : ngắt từng máy nén đối với các tổ hợp có nhiều máy nén, ngắt từng xilanh và từng cụm xilanh đối với các tổ hợp có ít máy nén. Tuy nhiên có nhiều hãng chế tạo các chiller có khả năng điều chỉnh năng suất lạnh tới 8 bậc thí dụ tổ hợp có 4 máy nén, mỗi máy nén 4 xilanh chia 2 cụm. Chiller có khả năng điều chỉnh đến từng cụm 2 xilanh như vậy chiller có khả năng điều chỉnh lạnh 8 bậc : 0 - 12,5 - 25 - 37,5 - 50 - 62,5 - 75 - 87,5 - 100%.

Máy nén pittông còn phương pháp điều chỉnh có tiết lưu hơi hút (xem chương 4), tuy nhiên phương pháp này có nhiều nhược điểm về năng lượng nên ngày nay hầu như không được sử dụng.

Sau đây chúng tôi sẽ lần lượt giới thiệu các loại máy làm lạnh chất tải lạnh đó.

**7.1.1. Máy làm lạnh chất tải lạnh, môi chất sôi trong không gian giữa các ống, máy nén làm việc theo kiểu ON-OFF**

Hình 7.1 giới thiệu sơ đồ máy làm lạnh chất tải lạnh lỏng (Liquid chiller), môi chất sôi trong không gian giữa các ống, máy nén làm việc theo kiểu ON-OFF.



Hình 7.1. Sơ đồ máy làm lạnh chất lỏng (Liquid chiller) môi chất sôi trong không gian giữa các ống, máy nén làm việc theo kiểu ON-OFF :

MN - máy nén ; M - động cơ (Motor) ; NT - bình ngưng tụ ; BH - bình bay hơi ; LC - role nước lỏng (Level Controller) ; T - role nhiệt độ (Temperature Controller) ;

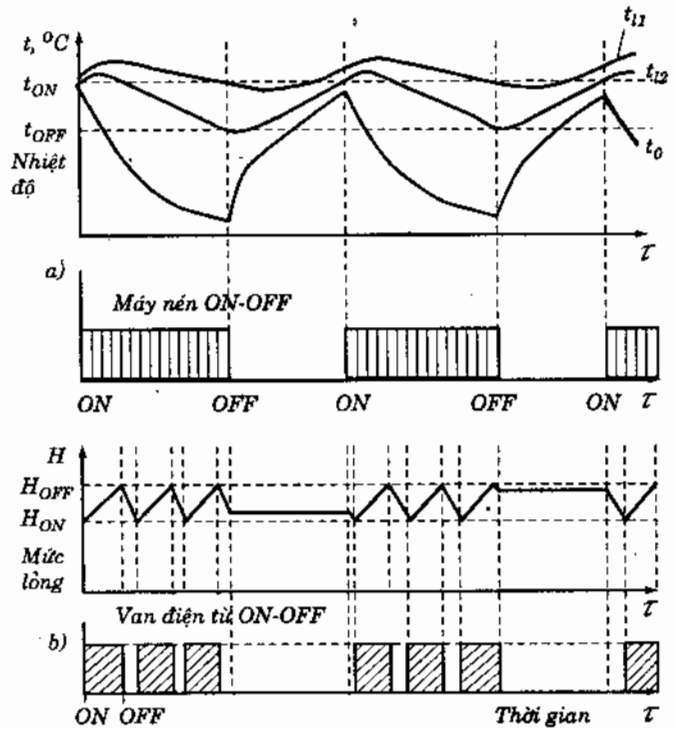
1 - van điện từ ; 2 - van tiết lưu tay ;  $t_{11}$ ,  $t_{12}$  - nhiệt độ vào và ra chất tải lạnh lỏng (Liquid).

Máy lạnh làm việc với môi chất amoniác. Để cấp chất lỏng cho bình bay hơi người ta sử dụng role mức lỏng LC điều khiển van điện từ đóng ngắt lắp đặt trước van tiết lưu tay. Khi mức lỏng xuống dưới mức quy định, role mức lỏng mở van điện từ cấp lỏng cho bình. Khi mức lỏng đủ cao, role mức lỏng ngắt van điện từ (hình 7.2b).

Trên đường ra của chất tải lạnh  $t_{12}$  người ta bố trí đầu cảm nhiệt độ của role nhiệt độ T. Khi nhiệt độ  $t_{12}$  đạt nhiệt độ yêu cầu, role nhiệt độ T phát tín hiệu ngắt máy nén và khi nhiệt độ  $t_{12}$  vượt quá mức cho phép, role nhiệt độ phát tín hiệu cho máy nén làm việc trở lại (hình 7.2a).

Khi role nhiệt độ phát tín hiệu đóng và ngắt cho máy nén cũng đồng thời phát tín hiệu cho van điện từ đóng và ngắt sự cấp lỏng cho bình bay hơi, không phụ thuộc vào role mức lỏng.

Hình 7.2 giới thiệu sự biến thiên nhiệt độ bay hơi  $t_0$ , nhiệt độ chất tải lạnh vào và ra  $t_{11}$ ,  $t_{12}$  và mức lỏng trong bình bay hơi H.



Hình 7.2

a - Biến thiên nhiệt độ bay hơi  $t_0$ , nhiệt độ chất tải lạnh vào và ra  $t_{11}$ ,  $t_{12}$  theo thời gian làm việc ON-OFF của máy nén ;  
b - Biến thiên mức lỏng trong bình bay hơi theo thời gian làm việc ON-OFF của máy nén và của van điện từ.

Dấu cảm nhiệt của role nhiệt độ T đặt trên đường ra của chất tải lạnh  $t_{12}$  do đó nhiệt độ đóng mạch  $t_{ON}$  và ngắt mạch máy nén  $t_{OFF}$  hoàn toàn phụ thuộc vào nhiệt độ này ( $t_{ON}$  và  $t_{OFF}$  được đặt trên role nhiệt độ). Khi nhiệt độ chất tải lạnh  $t_{12}$  đạt  $t_{ON}$ , máy nén bắt đầu làm việc, nhiệt độ sôi  $t_o$  hạ xuống nhanh nhất, nhiệt độ chất tải lạnh ra, do quán tính nhiệt vẫn còn tăng lên chút ít sau đó mới từ từ hạ xuống, nhiệt độ chất tải lạnh và bình bay hơi cũng từ từ hạ xuống theo nhưng do quán tính nhiệt độ lớn hơn nên phản ứng chậm chạp hơn.

Khi nhiệt độ chất tải lạnh ra đạt nhiệt độ  $t_{OFF}$ , role nhiệt độ phát tín hiệu ngắt máy nén. Máy nén dừng làm việc và nhiệt độ sôi  $t_o$  lại tăng lên nhanh chóng, nhiệt độ chất tải lạnh vào  $t_{11}$  và ra  $t_{12}$  tăng lên chậm hơn. Cứ như thế quá trình đóng ngắt máy nén lặp lại và sự biến thiên các nhiệt độ theo thời gian cũng lặp lại. Tất nhiên ở đây phải giả sử là hệ tiêu thụ lạnh yêu cầu năng suất lạnh không đổi.

Hình 7.2b giới thiệu sự biến thiên mức lỏng trong bình bay hơi. Van điện từ chỉ làm việc với 2 điều kiện :

- 1 - Trong thời gian máy nén hoạt động,
- 2 - Nếu role mức lỏng đóng van điện từ.

Khi mức lỏng thấp đến mức  $H_{ON}$  thì role mức lỏng đóng mạch cho van điện từ mở van cấp lỏng cho bình bay hơi. Mức lỏng do đó tăng lên và khi đạt mức cao nhất cho phép là  $H_{OFF}$  thì role mức lỏng lại ngắt, van điện từ đóng, ngừng cấp lỏng cho bình bay hơi. Do lỏng tiếp tục bay hơi, mức lỏng lại tụt xuống đến mức thấp nhất  $H_{ON}$  và role mức lỏng lại đóng mạch cho van điện từ, mở van cấp lỏng, quá trình đóng mở lặp lại.

Khi máy nén ngừng làm việc, van điện từ lập tức ngừng cấp lỏng, ngay cả khi role mức lỏng đang đóng mạch van điện từ. Mức lỏng trong bình bay hơi hầu như không thay đổi. Khi máy nén khởi động trở lại, van điện từ lại tiếp tục làm việc theo quá trình đang ngắt quãng, tiếp tục cấp nếu đang cấp và tiếp tục ngưng cấp nếu đang ngưng cấp lỏng.

#### Hệ số thời gian làm việc

Hệ số thời gian làm việc  $b$  của một máy lạnh là tỷ số giữa thời gian làm việc trên thời gian của cả chu kỳ. Thời gian của chu kỳ là tổng thời gian làm việc và thời gian nghỉ :

$$b = \frac{\tau_{lv}}{\tau_{ck}} = \frac{\tau_{lv}}{\tau_{lv} + \tau_n} \quad (7.1)$$

trong đó :

$\tau_{lv}$ ,  $\tau_{ck}$ ,  $\tau_n$  là thời gian làm việc, thời gian chu kỳ và thời gian nghỉ. Có thể xác định hệ số thời gian làm việc như sau :

$$b = \frac{Q_{ol}}{Q_o} \quad (7.2)$$

trong đó :

- $Q_{ol}$  - năng suất lạnh yêu cầu của chất tải lạnh, kW ;  
 $Q_o$  - năng suất lạnh của máy nén, kW ;

$$Q_{ol} = m_1 \cdot c_1 (t_{12} - t_{11}) \quad (7.3)$$

- $m_1$  - lưu lượng khối lượng chất tải lạnh, kg/s ;  
 $c_1$  - nhiệt dung riêng của chất tải lạnh, kJ/kgK ;  
 $t_{11}$  và  $t_{12}$  - nhiệt độ vào và ra của chất tải lạnh.



$$Q_o = m q_o = \frac{\lambda \pi d^2}{4v} \cdot s \cdot z \cdot n \cdot q_o \quad (7.4)$$

Năng suất lạnh  $Q_o$  của máy nén phụ thuộc vào nhiều đại lượng nhưng chủ yếu vào nhiệt độ bay hơi  $t_o$  và nhiệt độ ngưng tụ  $t_k$ . Họ các đường cong  $Q_o = f(t_k, t_o)$  thường được gọi là các đường đặc tính năng suất lạnh của máy nén và thường được cho dưới dạng đồ thị hoặc bảng số trong catalog của các nhà chế tạo.

Nhiệt độ  $t_{ck}$  trong một phạm vi thời gian nhất định có thể được coi là không đổi. Nhiệt độ  $t_o$  dao động lên xuống như hình 7.2a đã giới thiệu. Muốn tra được  $Q_o$  ta phải lấy nhiệt độ sôi trung bình logarit hoặc có thể lấy gần đúng là nhiệt độ sôi trung bình đại số.

Hình 7.3 giới thiệu đặc tính năng suất lạnh của tổ máy làm lạnh chất tải lạnh (Liquid chiller) 22AY45 của Nga môi chất  $NH_3$ .

Thí dụ, nhiệt độ sôi trung bình xác định được là  $-15^\circ C$ , nhiệt độ ngưng tụ  $35^\circ C$  vậy năng suất của tổ hợp là:

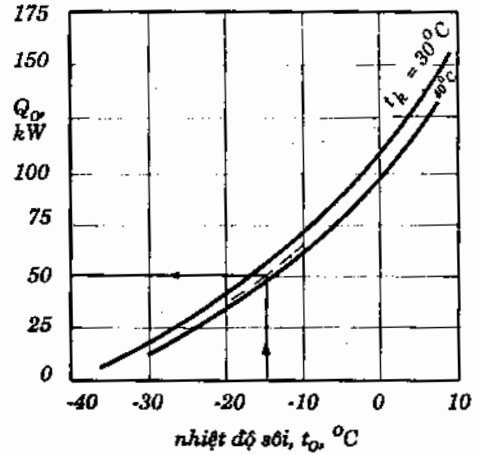
$$Q_o \approx 50 \text{ kW}$$

Nếu năng suất lạnh yêu cầu của chất tải lạnh (nước muối) là:

$$Q_{oi} = 30 \text{ kW}$$

$$\text{Vậy ta có: } b = \frac{30}{50} = 0,6$$

Như vậy nếu máy làm việc 20 phút sẽ nghỉ khoảng 10 phút. Tuy nhiên việc chọn thời gian làm việc và thời gian nghỉ không phải tùy ý mà phải căn cứ vào số lần đóng ngắt máy nén cho phép trong một giờ và độ dao động cho phép của các nhiệt độ  $t_o$ ,  $t_{11}$ ,  $t_{12}$  để đạt các thông số trên role nhiệt độ. Mỗi lần khởi động lại máy nén là làm mất ổn định lưới điện, mất ổn định trong việc bôi trơn, mài mòn máy nén và động cơ nên càng giảm được số lần khởi động càng tốt. Theo kinh nghiệm không nên khởi động lại máy nén quá 4 lần trong vòng 1 giờ đối với các máy nén cỡ trung bình. Hơn nữa do máy đã được thiết kế ở chế độ  $-15^\circ C$  thì nhiệt độ bay hơi cũng chỉ được phép dao động ở phạm vi nhất định, không thể tự ý điều chỉnh ngoài phạm vi cho phép.



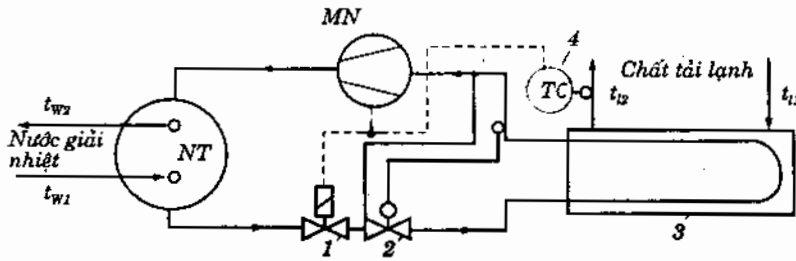
Hình 7.3. Đường đặc tính năng suất lạnh  $Q_o$  phụ thuộc vào nhiệt độ ngưng tụ  $t_k$  và nhiệt độ bay hơi  $t_o$  của tổ Liquid Chiller 22AY45.

### 7.1.2. Máy lạnh với bình bay hơi môi chất sôi trong ống, máy nén làm việc theo kiểu ON-OFF

Sơ đồ này phần lớn sử dụng cho môi chất freon với phương pháp cấp lỏng theo độ quá nhiệt. Hình 7.4 giới thiệu máy lạnh freon làm lạnh chất lỏng, môi chất sôi trong ống, máy nén làm việc theo kiểu ON-OFF.

Việc cung cấp môi chất lạnh lỏng cho bình bay hơi thực hiện chủ yếu nhờ van tiết lưu nhiệt cân bằng ngoài 2. Van có đầu cảm nhiệt đặt trên đường ra của hơi hút về máy nén. Ngoài ra van còn có đường cân bằng áp suất nối với đường hút.

Van điện từ 1 chỉ đóng vai trò ngắt việc cấp lỏng khi máy nén dừng làm việc. Như vậy khi máy nén làm việc, van điện từ mở và khi máy nén dừng van điện từ ngắt đường cấp lỏng.



Hình 7.4. Máy lạnh freon, môi chất sôi trong ống, máy nén làm việc theo kiểu ON-OFF:

- 1 - van điện từ; 2 - van tiết lưu nhiệt cân bằng ngoài; 3 - bình bay hơi;  
4 - role nhiệt độ; MN - máy nén; NT - bình ngưng tụ; M - Motor.

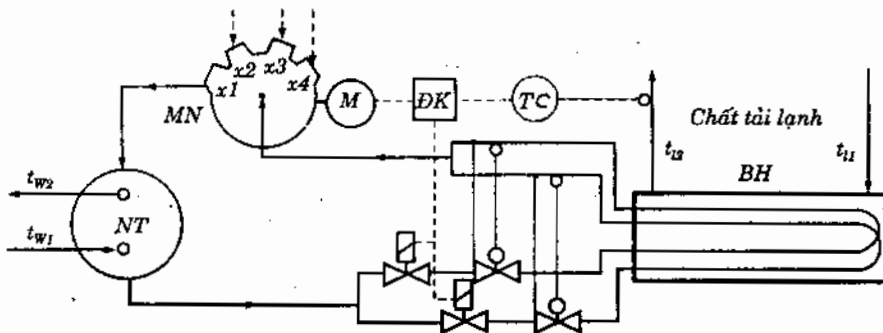
Role nhiệt độ 4 có đầu cảm nhiệt độ đặt trên đường chất tải lạnh ra và lấy tín hiệu nhiệt độ của chất tải lạnh ra  $t_{12}$  làm tín hiệu đóng ngắt máy nén. Giống như máy lạnh amoniac đã trình bày ở phần trên, máy lạnh làm việc theo chu kỳ ON-OFF. Các giá trị nhiệt độ như  $t_o$ ,  $t_{11}$ ,  $t_{12}$  cũng biến thiên hoặc dao động theo chu kỳ ON-OFF của máy nén.

Lưu lượng môi chất lạnh cung cấp cho bình bay hơi là liên tục theo kiểu tỷ lệ, khi độ quá nhiệt hơi hút lớn, van tiết lưu mở to hơn cho môi chất cấp vào nhiều hơn và khi độ quá nhiệt hơi hút giảm, van đóng bớt của thoát cho môi chất vào ít hơn, không giống điều chỉnh 2 vị trí theo mức lỏng ở trên. Đối với những loại máy này, để hạn chế lần đóng ngắt máy nén thường người ta thiết kế các bình trữ lạnh với khối lượng chất tải lạnh lớn để cung cấp ổn định lạnh cho hệ tiêu thụ cũng như ổn định chế độ làm việc của máy nén và máy lạnh.

### 7.1.3. Máy lạnh với bình bay hơi môi chất sôi trong ống, máy nén điều chỉnh năng suất lạnh theo kiểu ngắt từng cụm xilanh

Như đã nói ở trên, bình bay hơi môi chất sôi trong ống thường áp dụng cho môi chất freon và dụng cụ cấp lỏng là van tiết lưu nhiệt cân bằng ngoài, làm việc theo độ quá nhiệt hơi hút về máy nén.

Khi sử dụng máy nén có thể điều chỉnh năng suất lạnh theo kiểu ngắt từng cụm xilanh (thí dụ máy 8 xilanh chia 4 cụm với khả năng điều chỉnh năng suất lạnh 4 bậc 0-25-50-75-100%) việc sử dụng một van tiết lưu nhiệt là khó khăn vì năng suất lạnh của van tiết lưu nhiệt thường chỉ có thể dao động so với năng suất định mức của van khoảng 30%. Do đó, để có thể điều chỉnh được năng suất lạnh theo 4 bậc như yêu cầu, cần phải sử dụng ít nhất 2 van tiết lưu (xem hình 7.5).



Hình 7.5. Máy lạnh freon với bình bay hơi môi chất sôi trong ống, máy nén ngắt từng cụm xilanh:  
TC- role nhiệt độ; ĐK - mạch điều khiển.

Máy nén lạnh là loại 4 xilanh, ngắt được từng xilanh hoặc 8 xilanh ngắt được từng cụm 2 xilanh.

Bình ngưng tụ có 2 phương án:

1 - Một bình ngưng duy nhất cho toàn bộ năng suất lạnh. Phương án này có nhược điểm là khó điều chỉnh áp suất ngưng tụ. Khi năng suất lạnh nhỏ, nhiệt độ và áp suất ngưng tụ giảm. Có thể phải điều chỉnh lưu lượng nước phù hợp.

2 - Hai bình ngưng độc lập. Phương án này có ưu điểm là dễ điều chỉnh áp suất ngưng tụ hơn nhưng phức tạp vì có hai bình ngưng. Ở đây dùng phương án 1 là một bình ngưng duy nhất, điều chỉnh áp suất ngưng tụ nhờ van điện từ kết hợp van điều chỉnh bằng tay.

Bình bay hơi: ở đây chọn phương án một bình với hai hệ ống riêng biệt. Lồng từ bình ngưng tụ đến được chia làm hai nhánh cấp cho hai hệ thống ống riêng biệt trong bình bay hơi. Mỗi nhánh được trang bị một van điện từ và một van tiết lưu nhiệt cân bằng ngoài, lấy tín hiệu nhiệt độ và áp suất trên nhánh ra khỏi bình bay hơi về máy nén.

Nhiệt độ chất tải lạnh ra  $t_{12}$  là nhiệt độ cân khống chế. Nhiệt độ này được role nhiệt độ T ghi nhận và đưa về mạch điều khiển để điều khiển hai van điện từ và 3 cụm xilanh cũng như động cơ máy nén.

Sử dụng bình bay hơi với hai cụm dàn ống riêng biệt cho phép giới hạn khoảng điều tiết ổn định của van tiết lưu nhiệt vì năng suất lạnh không được giảm quá 30% năng suất lạnh định mức của van.

Khi yêu cầu năng suất lạnh lớn, cả 4 cụm xilanh làm việc đầy tải, 2 van điện từ đều mở cho cả 2 cụm dàn bay hơi làm việc.

Khi tải lạnh giảm còn khoảng 75%, nhiệt độ  $t_{12}$  giảm xuống dưới mức quy định cho cụm xilanh 4 (X4) (xem hình 7.6).

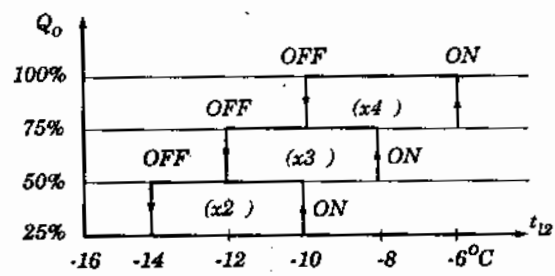
Thí dụ khi nhiệt độ chất tải lạnh  $t_{12}$  giảm xuống đến  $-10^{\circ}\text{C}$ , role nhiệt độ ngắt cụm xilanh X4 và khi tải lạnh tiếp tục giảm, nhiệt độ chất tải lạnh ra cũng tiếp tục giảm đến  $-12^{\circ}\text{C}$ , cụm xilanh X3 cũng bị ngắt và khi đó năng suất lạnh chỉ còn khoảng 50%, đồng thời một van điện từ cũng bị ngắt, một dàn ống trung bình bay hơi ngưng làm việc.

Khi tải lạnh tiếp tục giảm còn khoảng 25%, nhiệt độ chất tải lạnh ra  $t_{12}$  đạt tới  $-14^{\circ}\text{C}$ , role nhiệt độ sẽ tác động ngắt cụm xilanh X2 tiếp theo.

Nếu tải lạnh còn tiếp tục giảm với nhu cầu không đáng kể và nhiệt độ chất tải lạnh ra đạt tới  $-16^{\circ}\text{C}$  thì role nhiệt độ tác động dừng máy nén, đồng thời ngắt nốt van điện từ thứ 2, ngừng cung cấp hoàn toàn lỏng môi chất lạnh cho bình bay hơi.

Khi máy lạnh dừng hoạt động nhưng riêng bơm chất tải lạnh vẫn hoạt động và khi tải lạnh tăng, nhiệt độ chất tải lạnh ra tăng đến  $-12^{\circ}\text{C}$ , role nhiệt độ lại cho máy lạnh chạy trở lại với 25% năng suất lạnh (1 cụm làm việc, 3 cụm nghỉ), 1 van điện từ mở cấp lỏng cho bình bay hơi.

Khi tải lạnh tăng đến gần 50%, nhiệt độ ra chất tải lạnh  $t_{12}$  tăng đến  $-10^{\circ}\text{C}$ , role nhiệt độ T cho cụm van X2 hoạt động. Cứ như vậy, khi tải lạnh yêu cầu tăng đến khoảng 100%, nhiệt độ chất tải lạnh lên đến  $-6^{\circ}\text{C}$  thì role nhiệt độ phát tín hiệu để tất cả các cụm xilanh làm việc đầy tải.



Hình 7.6. Thí dụ điều chỉnh năng suất lạnh với máy nén có 4 cụm xilanh : X1 ; X2 ; X3 ; X4,  $Q_o$  phụ thuộc vào nhiệt độ chất tải lạnh  $t_{12}$ .

Các giá trị cụ thể về nhiệt độ cho ở đây chỉ để làm thí dụ cho dễ hiểu. Role nhiệt độ có thể trang bị một cái sau đó các tín hiệu được xử lý trong mạch điều khiển nhưng cũng có thể trang bị riêng cho mỗi cụm xilanh một role nhiệt độ riêng, 3 role cho 3 cụm van có cơ cấu nâng van hút giảm tải còn một role để ngắt máy nén và cụm xilanh cuối cùng (X1).

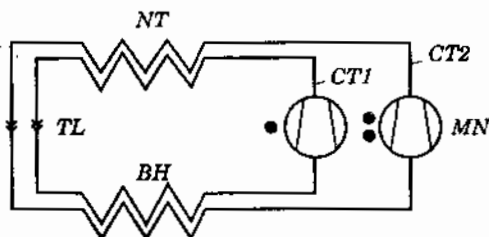
Sử dụng máy nén, điều chỉnh năng suất lạnh bằng cách ngắt từng xilanh hoặc từng cụm xilanh cho phép giảm được tần số đóng ngắt máy nén. Sự đóng ngắt từng cụm xilanh đơn giản hơn và nhẹ nhàng hơn làm tăng độ bền các chi tiết và sự hoạt động nhịp nhàng, tránh được sự đóng ngắt nặng nề và có tính xung động không ổn định của máy nén.

Nhược điểm của phương pháp này là khi chạy không tải, công suất động cơ điện chỉ sử dụng một phần làm cho hệ số  $\cos\phi$  giảm, ảnh hưởng không tốt đến lưới điện.

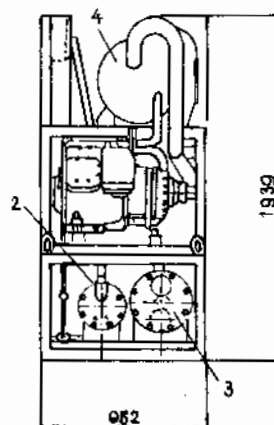
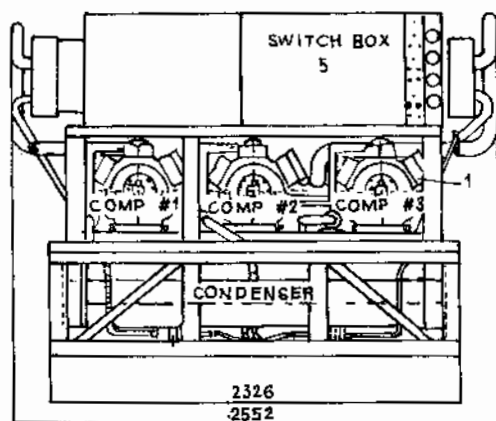
Để cải thiện nhược điểm này, nhiều hãng sản xuất máy nén lạnh nổi tiếng như Carrier, Trane, York, Ciat... đã sử dụng tổ hợp nhiều máy nén nhỏ để ghép thành tổ hợp. Việc điều chỉnh năng suất lạnh chủ yếu là đóng ngắt từng máy nén, ngoài ra có đóng ngắt cả từng cụm xilanh nhưng chỉ ngắt 1/3 số xilanh hoặc cao nhất là 1/2 số xilanh.

#### 7.1.4. Máy lạnh với bình bay hơi môi chất sôi trong ống và nhiều máy nén, điều chỉnh $Q_0$ bằng đóng ngắt máy nén kết hợp đóng ngắt từng cụm xilanh

Các máy lạnh tổ hợp kiểu này thường được lắp từ 2 đến 8 máy nén và chia ra làm 2 chu trình lạnh (2 vòng tuần hoàn) riêng biệt có thể không giống nhau về năng suất lạnh. Thí dụ loại máy lạnh để làm lạnh chất tải lạnh 30HK của hãng Carrier (Mỹ). Hình 7.7. giới thiệu nguyên tắc cấu tạo của tổ hợp làm lạnh chất tải lạnh (Liquid chiller 30HK-100) của Carrier. Hình 7.7b. giới thiệu hình chiếu đứng và chiếu cạnh của tổ hợp 30HK-100. Sau đây là một số đặc điểm cơ bản của 30HK-100 :



Hình 7.7. Nguyên tắc cấu tạo của Liquid chiller 30HK100-120 (Carrier) : CT1-CT2 - chu trình lạnh 1 và 2 ; MN - máy nén ; NT - bình ngưng tụ ; TL - van tiết lưu nhiệt ; BH - bình bay hơi.



Hình 7.7b. Hình chiếu đứng và chiếu cạnh của Liquid chiller 30HK-100 :

1 - máy nén ; 2 - bình ngưng CT1 ; 3 - bình ngưng CT2 ; 4 - bình bay hơi ; 5 - bảng điện.

- Máy nén : Chu trình 1 (CT1) gồm 1 máy nén ký hiệu 6199. Chu trình 2 (CT2) gồm 2 máy ký hiệu F175, mỗi máy đều có 6 xilanh chia 3 cụm, mỗi cụm 2 xilanh. Chỉ có máy nén 6199 có khả năng giảm tải 1 cụm 2 xilanh. 2 máy nén F175 không có cơ cấu giảm tải cụm xilanh.

- Khả năng điều chỉnh năng suất lạnh : (5 bậc)

100% : Toàn bộ 3 máy nén hoạt động đồng thời ;

70% : Chu trình 2 làm việc, CT1 ngắt ;

57% : CT2 có 1 máy nén làm việc và CT1 có 4/6 xilanh (2 xilanh ngắt) ;

30% : CT2 nghỉ, CT1 cả 6 xilanh làm việc ;

0% : cả hai chu trình đều nghỉ.

- Bình bay hơi : chỉ có một chiếc nhưng có hai dàn ống riêng biệt và tỷ lệ diện tích 30/70% tương ứng cho chu trình 1 và 2.

- Bình ngưng tụ : mỗi chu trình có một bình ngưng tụ riêng, cho phép giữ ổn định áp suất và nhiệt độ ngưng tụ yêu cầu tốt hơn, dễ dàng tiết kiệm nước giải nhiệt bình ngưng.

Bảng 7.1 giới thiệu các đặc tính năng suất lạnh  $Q_o$ , nhiệt thải ở bình ngưng  $Q_k$  và công suất động cơ yêu cầu  $N_e$  của tổ hợp liquid chiller 30HK-100 sử dụng cho mục đích làm lạnh nước. Khi biểu diễn các giá trị  $Q_o$ ,  $Q_k$ ,  $N_e$  lên đồ thị với trục hoành là nhiệt độ nước lạnh ra  $t_{l2}$  ta sẽ được các đường đặc tính  $Q_o = f(t_{l2}, t_{w2})$ ;  $Q_k = f(t_{l2}, t_{w2})$  và  $N_e = f(t_{l2}, t_{w2})$  giống như các đường đặc tính của  $Q_o$ ,  $Q_k$ ,  $N_e$  phụ thuộc vào nhiệt độ sôi và nhiệt độ ngưng tụ.

**BẢNG 7.1. Năng suất lạnh  $Q_o$ , nhiệt thải ở bình ngưng  $Q_k$  và công suất động cơ yêu cầu  $N_e$  của liquid chiller 30HK-100, kW**

Nhiệt độ nước lạnh ra $t_{l2}$ , °C	Các đại lượng, kW	Nhiệt độ nước giải nhiệt ra khỏi bình ngưng $t_{w2}$ , °C				
		30	35	37	40	45
5	$Q_o$	299	281	274	263	245
	$Q_k$	367	355	348	340	327
	$N_e$	68,4	73,2	75,0	77,6	81,6
7	$Q_o$	322	302	295	283	264
	$Q_k$	392	377	371	364	348
	$N_e$	69,9	75,1	77,1	79,9	84,3
10	$Q_o$	357	336	328	315	295
	$Q_k$	429	414	408	399	383
	$N_e$	70,0	77,9	80,1	83,4	88,4
12	$Q_o$	381	360	351	338	316
	$Q_k$	455	439	433	424	407
	$N_e$	73,3	79,7	82,2	85,6	91,0
15	$Q_o$	420	396	387	373	350
	$Q_k$	495	479	472	462	445
	$N_e$	75,3	82,4	85,1	89,0	95,1

20.02

- Tự động hóa : hệ thống lạnh làm việc với điện áp 400V, 3 pha, nhưng mạch tự động có điện áp 230V một pha lửa L1 và trung tính N. Máy nén có bộ sưởi dầu.

Để điều chỉnh năng suất lạnh, tổ hợp có 4 role nhiệt độ TC (temperature controller). Hình 7.8 giới thiệu sơ đồ thứ tự đóng ngắt của các role nhiệt độ đó.

Khi đạt nhiệt độ nào đó cho 4 role nhiệt độ điều chỉnh năng suất lạnh (thí dụ 6°C), sau đó bắt đầu xả lạnh. Do nhiệt độ nước lạnh qua dàn bay hơi còn cao nên cả 3 máy nén đều làm việc hết công suất.

Khi nhiệt độ nước lạnh ra khỏi bình bay hơi đạt  $6 + 3.1,4 = 10,2^{\circ}\text{C}$ , TC<sub>4</sub> ngắt một phần năng suất lạnh. Khi nước lạnh đạt  $6 + 2.1,4 = 8,8^{\circ}\text{C}$ , TC<sub>3</sub> ngắt tiếp một phần năng suất lạnh. Khi đạt  $6 + 1.1,4 = 7,4^{\circ}\text{C}$ , TC<sub>2</sub> ngắt tiếp một phần năng suất lạnh và khi nhiệt độ nước lạnh đạt 6°C thì TC<sub>1</sub> ngắt toàn bộ năng suất lạnh.

Để bảo vệ nhiệt độ đóng băng của nước, hệ thống được trang bị thêm một role nhiệt độ nước. Khi đạt nhiệt độ nước ra 2°C role ngắt toàn bộ hệ thống.

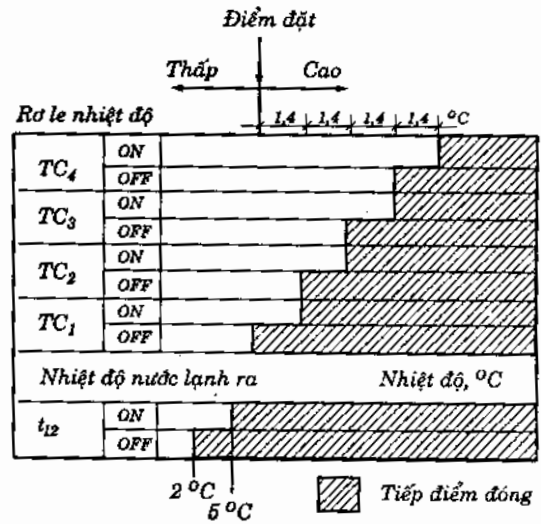
- Khởi động trễ : các máy nén khởi động cách nhau 60 giây nhờ bố trí các role thời gian. Thí dụ : máy nén 1 khởi động, 60 giây sau máy nén 2 khởi động và 120 giây sau máy nén 3 khởi động. Thông thường thứ tự khởi động là 1-2-3 nhưng khi vị trí khởi động là máy nén 2, thứ tự khởi động là 2-3-1 và nếu vị trí là máy nén 3, thứ tự sẽ là 3-1-2.

- Mạch khóa : máy nén được trang bị các khí cụ an toàn như role quá tải, role nhiệt độ động cơ, role áp suất cao và thấp, role nhiệt độ nước lạnh ra được đấu nối tiếp thành chuỗi an toàn. Nếu một trong các khí cụ đó tác động, phải kiểm tra và sửa chữa các nguyên nhân gây ra sự cố. Khi có sự cố, đèn báo hiệu bật sáng. Sau khi sửa chữa, ấn nút OFF/RESET, đèn báo hồng sẽ tắt, sau đó ấn nút ON cho máy hoạt động. Máy nén không bao giờ làm việc nếu không thực hiện đầy đủ các thao tác đó.

Hình 7.9 giới thiệu sơ đồ mạch điều khiển và mạch chính của tổ máy lạnh 30HK-100

Với một số kí hiệu viết tắt : S - Switch ; F - Fuse ; Tb - Terminal Block ; C - Compressor Contactor ; ORL - Overload Relay ; WL - White Light ; GL - Green Light ; OL - Orange Light ; RL - Red Light ; TC - Temperature Controller ; LOR - Lockout Relay ; PB - Push Button (ON - OFF) ; SR - Starting Relay ; TS - Transfer Switch ; TR - Timer Relay ; U - Unloader Solenoid ; COTP - Compressor Overtemperature Protector.

Tổ hợp liquid chiller 30HT-280 có đến 8 máy nén chia làm 2 chu trình. Với phương pháp ngắt từng máy nén, năng suất lạnh có thể điều chỉnh xuống tới 12,5%.



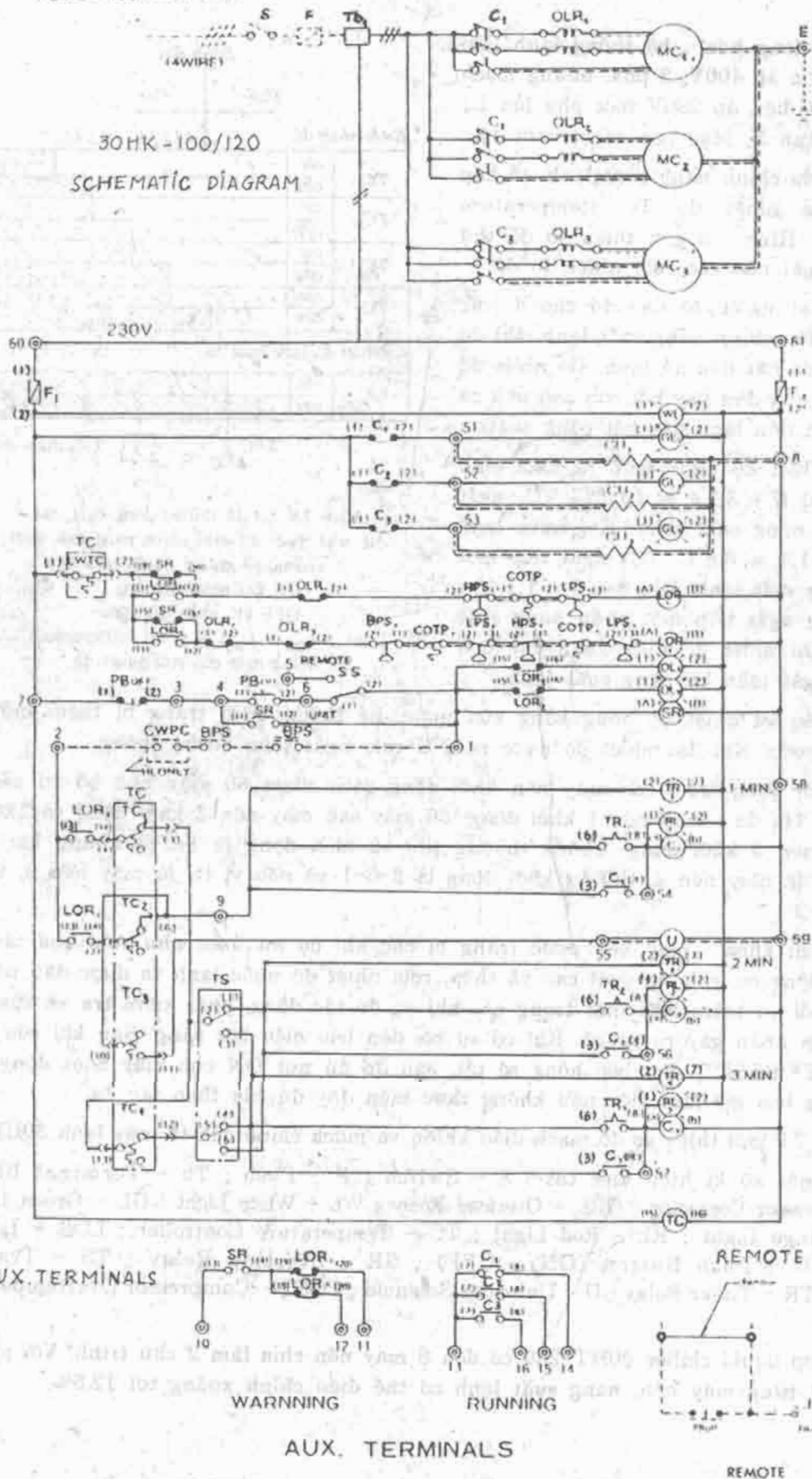
Hình 7.8. Sơ đồ thứ tự đóng ngắt của các role nhiệt độ điều chỉnh năng suất lạnh của liquid chiller 30HK-100 :

ON khi nhiệt độ tăng.  
OFF khi nhiệt độ giảm.

$$\Delta t = t_{\text{ON}} - t_{\text{OFF}} = \text{vi sai (differential) đóng ngắt của role nhiệt độ}$$

POWER 400V · 3φ · 50Hz

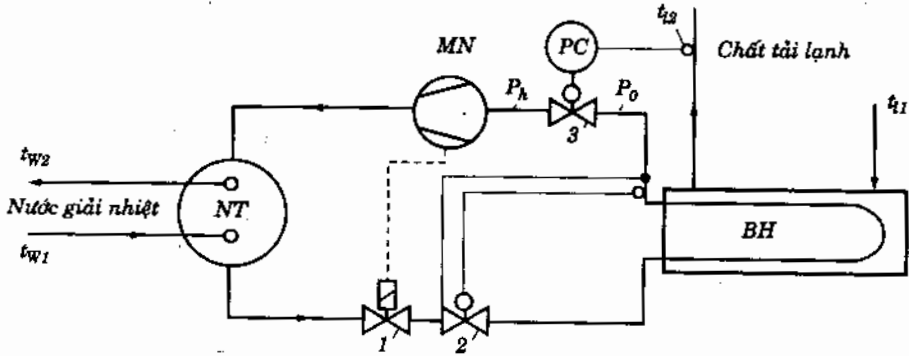
30HK-100/120  
SCHEMATIC DIAGRAM



Hình 7.9. Sơ đồ mạch điện máy lạnh 30HK-100/120.

### 7.1.5. Máy lạnh với bình bay hơi môi chất sôi trong ống, máy nén làm việc theo kiểu tiết lưu đường hút

Hình 7.10 biểu diễn sơ đồ máy lạnh làm lạnh chất tải lạnh với bình bay hơi môi chất sôi trong ống, máy nén làm việc theo kiểu tiết lưu đường hút để điều chỉnh năng suất lạnh.



Hình 7.10. Sơ đồ máy lạnh làm lạnh chất tải lạnh, bình bay hơi môi chất sôi trong ống, máy nén làm việc theo kiểu tiết lưu hơi hút để điều chỉnh năng suất lạnh :  
1 - van điện từ ; 2 - van tiết lưu nhiệt ; 3 - van ổn áp.

Phương pháp điều chỉnh năng suất lạnh đã được giới thiệu ở mục 4.2.2. Năng suất lạnh được thay đổi nhờ điều chỉnh lưu lượng môi chất lạnh qua việc thay đổi thể tích riêng của hơi hút về máy nén.

Bình bay hơi được cấp lỏng van tiết lưu nhiệt cân bằng ngoài. Khi máy chạy đầy tải, van ổn áp mở hoàn toàn. Khi chạy một phần tải, van ổn áp 3 đóng một phần cửa van và duy trì áp suất hút  $p_h$  không đổi. Khi chạy một phần tải  $p_h < P_o$ .

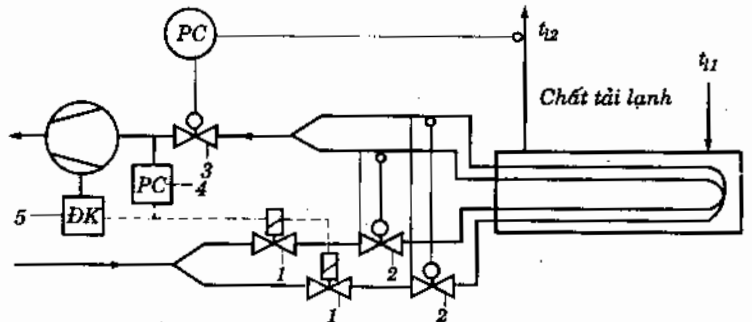
Áp suất hút tối thiểu cho phép  $p_{hmin}$  xác định năng suất lạnh thấp nhất có thể điều chỉnh được  $Q_{omin}$ .

Do  $Q_{omin}$  có thể chỉ bằng 30% thậm chí thấp hơn 30%  $Q_{omax}$  nên van tiết lưu thường sử dụng là loại van điện từ điều chỉnh lưu lượng môi chất bằng động cơ (xem phần IV).

Nếu sử dụng van tiết lưu nhiệt người ta phải tiến hành tính toán và chọn van phù hợp với dải làm việc rộng yêu cầu.

Đầu tiên phải chọn van theo giá trị  $Q_{omax}$  (xấp xỉ hoặc lớn hơn  $Q_{omax}$  chút ít). Kiểm tra lại giá trị  $Q_{omax}/Q_{omin}$ . Nếu tỷ lệ đó lớn hơn  $0,3 \div 0,4$ , có thể sử dụng một van, nếu tỷ lệ đó nhỏ hơn  $0,3 \div 0,4$ , phải dùng 2 van với bình bay hơi có 2 cụm dàn ống riêng biệt. Tuy nhiên, nếu dùng 2 van cần thiết phải có thêm các dụng cụ điều chỉnh phù hợp. Một khả năng điều chỉnh được biểu diễn trên hình 7.11.

Mạch điều khiển được bố trí sao cho khi áp suất đường hút



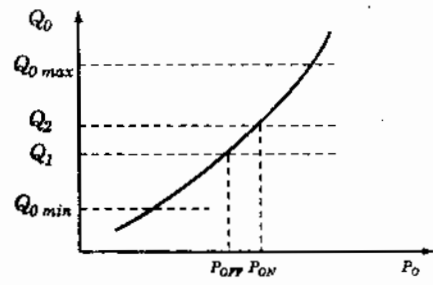
Hình 7.11. Máy lạnh freon, bình bay hơi môi chất sôi trong ống, 2 cụm dàn riêng biệt với 2 hệ cấp lỏng riêng biệt nhờ van tiết lưu nhiệt :  
1 - van điện từ ; 2 - van tiết lưu nhiệt ; 3 - van ổn áp ;  
4 - rơle nhiệt độ ; 5 - mạch điều khiển.



nhỏ hơn giá trị đã cho (phù hợp với năng suất lạnh điều chỉnh) thì van điện tử của một đường cấp lỏng đóng, ngừng cấp lỏng cho một cụm dàn bay hơi. Khi máy nén chạy tải lớn thì cả hai van điện tử đều mở để cấp lỏng.

Khi dừng máy, mạch điều khiển sẽ cho ngắt cả 2 van điện tử, ngừng cấp lỏng hoàn toàn cho bình bay hơi.

Hình 7.12. biểu diễn đường đặc tính năng suất lạnh máy nén theo áp suất hút và điểm đóng ngắt của role áp suất điều khiển và điện tử  $P_{ON}$  và  $P_{OFF}$ . Khi tải giảm xuống đến  $Q_1$ , áp suất hút giảm xuống đến giá trị ngắt  $P_{OFF}$  và ngược lại khi tải tăng lên đến  $Q_2$ , áp suất tăng đến giá trị đóng  $P_{ON}$  và role áp suất tác động đóng ngắt van điện tử. Năng suất lạnh của mỗi van điện tử bằng  $Q_{0max}/2$ .

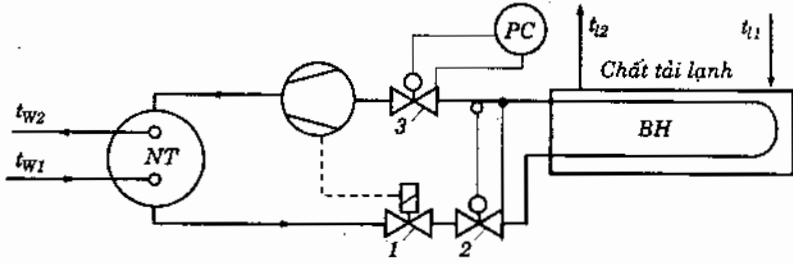


Hình 7.12. Đặc tính năng suất lạnh theo áp suất hút và điểm đóng ngắt của role áp suất điều khiển van điện tử  $P_{ON}$ ,  $P_{OFF}$ .

Máy lạnh với hai van tiết lưu hoạt động ổn định hơn loại một van tiết lưu.

Ngoài phương pháp tiết lưu hơi hút còn có thể điều chỉnh năng suất lạnh theo phương pháp điều chỉnh áp suất sôi. Phương pháp điều chỉnh này đơn giản hơn về thiết bị so với phương pháp điều chỉnh qua nhiệt độ. Ở cùng điều kiện vận hành giống nhau phương pháp này cũng ổn định hơn.

Hình 7.13. Giới thiệu sơ đồ điều chỉnh năng suất lạnh theo áp suất sôi.



Hình 7.13. Sơ đồ điều chỉnh năng suất lạnh theo áp suất sôi :  
1 - van điện tử ; 2 - van tiết lưu nhiệt ; 3 - van điều chỉnh áp suất bay hơi tự động.

Khác với các sơ đồ trên là trên đường hút sơ đồ được bố trí một van điều chỉnh áp suất sôi tự động 3.

Nhược điểm của phương pháp này không trực tiếp khống chế được nhiệt độ chất tải lạnh ra  $t_{12}$ . Nhưng nhiệt độ này có thể tính toán dễ dàng qua cân bằng nhiệt  $Q_0 = f(t_K, t_0)$  và  $Q_{0l} = m_{icl} \Delta t_l$  trong đó  $Q_0 = Q_{0l}$  (năng suất lạnh  $Q_0$  của máy nén bằng năng suất lạnh yêu cầu của chất tải lạnh như đã trình bày ở trên (xem mục 7.1.1).

## 7.2. MÁY LẠNH LÀM LẠNH TRỰC TIẾP KHÔNG KHÍ TRONG BUỒNG LẠNH

Máy lạnh có dàn bay hơi trực tiếp làm lạnh không khí đối lưu tự nhiên hoặc đối lưu cưỡng bức (dàn lạnh quạt) là đối tượng của công tác tự động hóa. Các dàn lạnh đối lưu tự nhiên thường chỉ sử dụng ở những hệ thống lạnh nhỏ và rất nhỏ như tủ lạnh gia đình, tủ lạnh thương nghiệp các buồng lạnh nhỏ, các buồng lạnh môi chất amoniác

có yêu cầu độ ẩm cao như các dàn tường, dàn trần. Tuy nhiên do hệ số truyền nhiệt nhỏ, diện tích trao đổi nhiệt yêu cầu lớn, tiêu tốn lượng kim loại lớn nên ngày nay ít được sử dụng. Các loại dàn lạnh gọn nhẹ, hiệu suất trao đổi nhiệt lớn càng ngày càng được sử dụng rộng rãi hơn.

Sau đây chúng ta sẽ đi sâu tìm hiểu hệ thống tự động của một số loại tiêu biểu.

### 7.2.1. Máy lạnh với một buồng lạnh

Máy lạnh với một buồng lạnh được biểu diễn trên hình 7.14.

Máy nén thường là loại máy nén freon nhỏ hoặc trung bình kín hoặc nửa kín, hở. Thiết bị ngưng tụ có thể là bình ngưng tụ ống vỏ giải nhiệt nước hoặc dàn ngưng tụ giải nhiệt gió. Cấp lỏng cho dàn bay hơi là hệ thống van điện từ với van tiết lưu nhiệt cân bằng ngoài. Duy trì nhiệt độ không đổi trong buồng lạnh nhờ role nhiệt độ TC. Điều chỉnh năng suất lạnh bằng phương pháp đóng ngắt máy nén (ON-OFF). Việc đóng ngắt máy nén có thể tiến hành trực tiếp nhờ role nhiệt độ T hoặc sử dụng role nhiệt độ T đóng ngắt van điện từ sau đó role hạ áp đóng ngắt máy nén. Các chương trình phá băng dàn lạnh, sưởi các te máy nén, tự động hóa thiết bị ngưng tụ nhờ vào hệ thống tự động ĐK.

Việc xác định hệ số thời gian làm việc tương tự như đã giới thiệu ở mục trước :

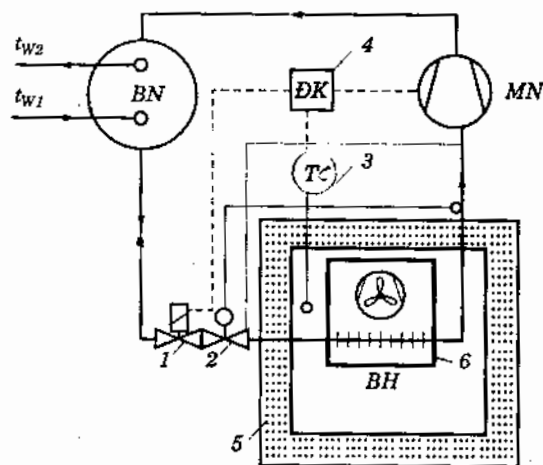
$$b = \frac{Q_{ot}}{Q_{omax}} = \frac{\text{Tải lạnh thực của buồng lạnh}}{\text{Năng suất lạnh max của hệ thống lạnh}}$$

Tải lạnh thực tế xác định từ các thành phần như nhiệt thấm thấu qua kết cấu bao che, nhiệt do sản phẩm tỏa, do vận hành... Năng suất lạnh lớn nhất của hệ thống lạnh xác định chu trình lạnh hoặc qua đường đặc tính do nhà chế tạo cho trong catalog.

Thời gian một chu kỳ đóng ngắt của máy nén phụ thuộc vào đặc tính buồng lạnh, vào các thông số khí hậu ngoài trời vào đặc điểm và tính chất chất tải của buồng lạnh. Mức dao động nhiệt độ trong buồng lạnh càng nhỏ hay nhiệt độ trong buồng lạnh càng được duy trì chính xác bao nhiêu thì số lần đóng ngắt máy nén càng nhiều bấy nhiêu hay thời gian của chu kỳ càng ngắn bấy nhiêu.

Nhưng số lần đóng ngắt của máy nén càng nhiều, tuổi thọ máy càng giảm, độ tin cậy cũng càng giảm. Chính vì vậy cần chọn số lần ON-OFF trong một giờ tối thiểu với độ dao động nhiệt độ cho phép để vừa đảm bảo tuổi thọ, độ tin cậy máy nén, vừa đảm bảo chế độ lạnh bảo quản sản phẩm không bị vi phạm.

Thông thường mỗi hệ thống lạnh được thiết kế chế tạo riêng cho một mục đích sử dụng thí dụ : tủ lạnh, buồng lạnh với nhiệt độ dương trên 0°C ; Tủ lạnh buồng lạnh với nhiệt độ dưới 0°C, đến -10°C, -18°C, -24°C hoặc -35°C... ; Tủ, buồng bảo quản, hoặc giá lạnh hoặc kết đông. Các tủ lạnh, buồng lạnh ít khi sử dụng lẫn được cho nhau theo kiểu đa năng. Tuy nhiên vẫn có thể sử dụng buồng vào mục đích khác nhưng việc khống chế nhiệt độ, vận hành khó khăn, vi phạm chế độ thiết kế làm cho tuổi thọ, độ tin cậy giảm và hiệu quả kinh tế kém, do chế độ vận hành lệch xa khỏi chế độ thiết kế.



Hình 7.14. Máy lạnh với một buồng lạnh :  
 1 - van điện từ ; 2 - van tiết lưu nhiệt cân bằng ngoài ; 3 - role nhiệt độ ; 4 - mạch điều khiển ;  
 5 - buồng lạnh ; 6 - dàn lạnh quạt (dàn bay hơi cưỡng bức).

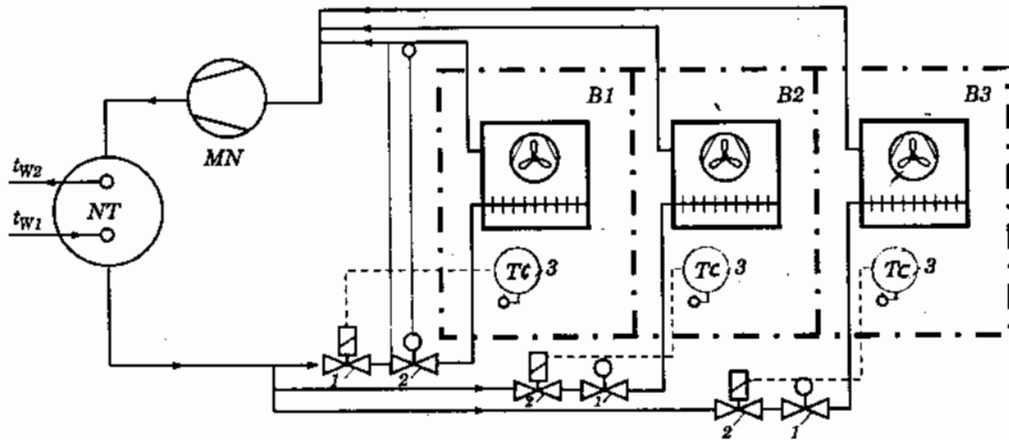
Thí dụ một buồng lạnh  $-18^{\circ}\text{C}$  có thể sử dụng để bảo quản rau quả ở nhiệt độ  $+4^{\circ}\text{C}$ . Nếu role nhiệt độ buồng không có mức điều chỉnh đến  $+4^{\circ}\text{C}$ , có thể thay thế role khác nhưng nhiệt độ sôi môi chất vẫn phải duy trì ở nhiệt độ thấp với năng suất lạnh  $Q_0$  nhỏ do van tiết lưu mở hết cỡ cũng chỉ tăng đến khoảng 20%. Dẫn lạnh thiếu, dàn ngưng thiếu nên tổn thất không thuận nghịch lớn (xem chương 4 tài liệu [1]). Hiệu suất lạnh sẽ rất nhỏ so với hệ thống thiết kế cho bảo quản rau quả. Hơn nữa vì dàn bay hơi nhỏ, nhiệt độ bay hơi thấp, độ ẩm tương đối trong buồng lạnh sẽ rất nhỏ làm cho rau quả nhanh bị héo khô, tổn hao do khô ngót lớn. Vấn đề cung cấp không khí tươi cho sự hô hấp của rau quả cũng là vấn đề nan giải vì buồng  $-18^{\circ}\text{C}$  không bao giờ có.

Tóm lại, việc thay đổi nhiệt độ trong buồng lạnh là hạn chế trong phạm vi cho phép tùy thiết kế buồng, hệ thống lạnh, đặc biệt van tiết lưu nhiệt cũng như tính chất bảo quản lạnh.

Riêng các máy gia lạnh và máy kết đông, khoảng nhiệt độ có thể dao động mạnh và máy làm việc hết công suất liên tục không nghỉ do tính chất quá trình gia lạnh và kết đông yêu cầu.

### 7.2.2. Máy lạnh với nhiều buồng lạnh xấp xỉ nhiệt độ

Hệ thống lạnh có nhiều buồng lạnh cùng nhiệt độ hoặc độ chênh nhiệt độ xấp xỉ nhau được sử dụng rộng rãi với năng suất lạnh nhỏ, trung bình và lớn, mỗi buồng lạnh có một hoặc nhiều dàn lạnh với hệ thống cấp lỏng cho từng buồng lạnh. Các dàn bay hơi liên kết thành hệ thống dàn bay hơi. Nhiệt độ mỗi buồng lạnh được duy trì, khống chế riêng biệt. Hình 7.15 giới thiệu sơ đồ máy lạnh có nhiều buồng lạnh. Môi chất là freon (cấp lỏng cho dàn bay hơi amoniac xem 6.2.3). Về cơ bản, sơ đồ này giống như sơ đồ một



Hình 7.15. Máy lạnh với nhiều buồng lạnh xấp xỉ nhiệt độ  
1 - van tiết lưu nhiệt cân bằng ngoài ; 2 - van điện từ ; 3 - role nhiệt độ.

buồng lạnh hình 7.14 nhưng với nhiều buồng lạnh và nhiều dàn bay hơi. Dàn bay hơi của mỗi buồng được cấp lỏng qua van điện từ 2, van tiết lưu nhiệt cân bằng ngoài 1. Ở đây có 3 buồng lạnh B1, B2 và B3 nên có 3 dàn lạnh và 3 hệ thống cấp lỏng với 3 van điện từ và 3 van tiết lưu nhiệt (để đỡ rồi, trên sơ đồ không vẽ đầu cảm nhiệt độ và áp suất của van tiết lưu buồng B2 và B3).

Role nhiệt độ 3 có nhiệm vụ duy trì nhiệt độ phòng không đổi bằng cách đóng ngắt van điện từ cấp lỏng 2. Máy nén được điều chỉnh năng suất lạnh phù hợp khi làm việc đầy tải (cả ba buồng đều làm việc) hoặc một phần tải khi chỉ 1 hoặc 2 buồng làm việc. Khi cả 3 phòng đều đủ lạnh, van điện từ cuối cùng ngắt, ngừng cấp lỏng thì máy nén ngừng làm việc. Khi bất kỳ một van điện từ nào mở để cấp lỏng cho dàn thì máy nén bắt đầu làm việc trở lại.

Hơi từ các dàn bay hơi được nối chung vào ống góp hơi và đưa về máy nén. Hơi hút về máy nén có áp suất chung là áp suất bay hơi  $p_0$ .

Máy nén có thể là 1 máy nén duy nhất với khả năng điều chỉnh năng suất lạnh mà cũng có thể là một cụm nhiều máy nén lắp song song với nhau. Khi điều chỉnh năng suất lạnh chỉ cần ngắt bớt hoặc đóng mạch thêm máy nén.

Thiết bị ngưng tụ có thể là loại bình ngưng giải nhiệt nước hoặc dàn ngưng tụ quạt giải nhiệt gió.

Phương pháp trên là phương pháp điều chỉnh 2 vị trí theo nhiệt độ phòng lạnh, nó là phương pháp khá đơn giản, có thể ứng dụng cho nhiều trường hợp khi biên độ nhiệt độ sôi khá nhỏ so với yêu cầu. Biên độ dao động nhiệt độ cho phép trong buồng lạnh phụ thuộc vào công nghệ bảo quản sản phẩm, đôi khi từ yêu cầu hoặc điều kiện làm việc của máy nén trên quan điểm tiết kiệm năng lượng và tuổi thọ cũng như độ tin cậy của máy và thiết bị.

Ngoài phương pháp điều chỉnh 2 vị trí theo nhiệt độ buồng còn có phương pháp điều chỉnh 2 vị trí theo áp suất sôi. Phương pháp điều chỉnh theo áp suất sôi có ưu điểm là hạn chế được biên độ dao động của nhiệt độ sôi khi thay đổi tải lạnh hoặc khi thay đổi số lượng các buồng lạnh cùng hoạt động. Dụng cụ điều khiển của phương pháp này có thể là role nhiệt độ hoặc role áp suất.

Ngoài ra, có thể điều chỉnh theo nhiệt độ sôi với máy nén điều chỉnh năng suất lạnh theo cách ngắt từng xilanh, từng cụm xilanh hoặc hệ thống có nhiều máy nén thì ngắt bớt máy nén (xem thêm chương 4 và 6).

### 7.2.3. Máy lạnh với nhiều buồng lạnh khác nhiệt độ

Về nguyên tắc, khi nhiệt độ các buồng lạnh xấp xỉ nhau thì có thể sử dụng một máy nén lạnh nhưng nếu nhiệt độ các buồng lạnh chênh lệch nhau nhiều thì mỗi buồng lạnh cần một máy nén riêng biệt với hệ thống cấp lỏng riêng biệt và như vậy là với hệ thống tự động riêng biệt. Bình ngưng, dàn ngưng có thể chung, đặc biệt đối với hệ thống lạnh amoniac lớn, còn đối với hệ thống freon nên sử dụng riêng biệt là thuận lợi nhất cả trong lắp đặt vận hành bảo dưỡng, sửa chữa, vận chuyển và thử nghiệm.

Chỉ trong các trường hợp khó khăn, chỉ có một máy nén, khi đó phải vận hành máy nén với chế độ nhiệt độ sôi của buồng lạnh thấp nhất và toàn bộ hệ thống cấp lỏng cũng như tự động hóa tương tự như máy lạnh với nhiều buồng lạnh xấp xỉ nhiệt độ (hình 7.15).

Nhiệt độ trong mỗi buồng lạnh được tự động điều chỉnh bằng role nhiệt độ qua trực tiếp đóng ngắt sự cấp lỏng cho dàn bay hơi bằng van điện từ. Áp suất bay hơi và nhiệt độ bay hơi đối với tất cả các buồng lạnh đều giống nhau.

Do nhiệt độ buồng khác nhau nên hiệu nhiệt độ giữa dàn lạnh và nhiệt độ buồng có độ chênh lệch khác nhau. Như đã nói ở trên, nếu nhiệt độ buồng yêu cầu cao mà nhiệt độ bay hơi quá thấp sẽ dẫn đến việc độ ẩm tương đối trong buồng lạnh giảm xuống rất thấp. Rau, hoa, quả hoặc các thực phẩm không có bao gói không thấm hơi sẽ bị khô hao và tỷ lệ tổn thất khối lượng do khô ngót sẽ tăng lên đáng kể. Việc điều chỉnh và duy trì độ ẩm yêu cầu cao sẽ rất khó khăn.

Ngoài phương pháp điều chỉnh nhiệt độ như hình 7.15 đã giới thiệu, còn có thể điều chỉnh các buồng lạnh theo phương pháp áp suất. Phương pháp này khắc phục được nhược điểm của phương pháp trên. Ở đây người ta bố trí các van ổn áp không chế áp suất sôi phù hợp cho từng buồng lạnh để duy trì nhiệt độ sôi phù hợp không quá thấp gây trở ngại cho việc không chế độ ẩm trong buồng lạnh.

Không chế nhiệt độ buồng vẫn được tiến hành nhờ role nhiệt độ buồng và van điện từ kết hợp van tiết lưu nhiệt cân bằng ngoài.

## 7.3. ĐIỀU CHỈNH NHIỆT ĐỘ VÀ ĐỘ ẨM TRONG BUỒNG LẠNH

### 7.3.1. Khái quát

Có nhiều trường hợp người ta chỉ chú ý đến nhiệt độ bảo quản mà ít chú ý đến độ ẩm bảo quản thí dụ khi bảo quản các sản phẩm có bao gói, bao bì không thấm ẩm như nilông, đồ hộp, lọ thủy tinh...

Nhưng ngược lại, có nhiều buồng lạnh có yêu cầu rất khắt khe về độ ẩm bảo quản. Thí dụ, khi bảo quản các sản phẩm rau, hoa, quả..., các sản phẩm hô hấp như trứng... thì cùng với nhiệt độ, độ ẩm là chỉ tiêu quan trọng cần khống chế. Đôi khi việc khống chế độ ẩm còn quan trọng hơn cả việc khống chế nhiệt độ. Việc điều chỉnh nhiệt độ và độ ẩm còn có ứng dụng rất rộng rãi trong kỹ thuật điều hòa không khí.

Nói chung trong kỹ thuật lạnh, việc khống chế độ ẩm cần phải được dự trù ngay khi thiết kế buồng lạnh. Muốn duy trì được độ ẩm cao trong buồng lạnh cần đạt được :

- Độ dày cách nhiệt và cách ẩm thật tốt, nhiệt thấm thấu vào ít, hệ số làm việc giảm qua đó lượng hơi nước ngưng đọng vào dàn lạnh giảm.

- Diện tích trao đổi nhiệt của dàn bay hơi phải lớn và sạch sẽ, tránh tạo các tâm ngưng cho hơi nước, dàn phải phá băng tự động thường xuyên để tránh lớp tuyết dày bám trên bề mặt.

- Hiệu nhiệt độ buồng và nhiệt độ bay hơi  $\Delta t_0 = t_b - t_0$  cần phải nhỏ để giảm tối thiểu sự ngưng đọng hơi nước vào dàn.

- Năng suất lạnh của hệ thống cần phải lớn để giảm hệ số làm việc của máy lạnh qua đó giảm được sự ngưng tụ hơi nước.

- Giảm sự tuần hoàn không khí lạnh qua dàn lạnh để giảm sự ngưng tụ hơi nước vào dàn lạnh. (Ở các buồng lạnh lớn amoniác thường sử dụng dàn lạnh tĩnh để tăng độ ẩm và giảm thiểu sự tổn thất khối lượng sản phẩm bảo quản do khô ngót).

Do nhiệt độ bay hơi ở dàn lạnh thấp hơn khá nhiều nhiệt độ đọng sương của không khí trong buồng lạnh nên luôn luôn xảy ra quá trình ngưng đọng hơi nước vào dàn lạnh.

*Chính do quá trình đó nên việc khử ẩm trong phòng lạnh dễ dàng hơn rất nhiều so với việc tăng ẩm trong phòng lạnh.*

Muốn khử ẩm chỉ cần hạ nhiệt độ bay hơi trong dàn lạnh. Hạ nhiệt độ bay hơi có nhiều cách như sau :

- Giảm diện tích bề mặt trao đổi nhiệt.
- Giảm tốc độ quạt dàn lạnh hoặc cho chạy theo chế độ ON-OFF (ngừng quạt cho  $t_0$  giảm, sau đó cho quạt chạy rồi lại ngừng).
- Đối với các phòng điều hòa không khí công nghệ, có thể dùng thêm máy hút ẩm.

Muốn duy trì độ ẩm cao trong buồng lạnh cần phải :

- Thực hiện  $\Delta t_0 = t_b - t_0$  nhỏ (nhiệt độ buồng - nhiệt độ bay hơi)
- Sử dụng máy phun ẩm (chỉ dùng cho các buồng có nhiệt độ từ  $+3^\circ\text{C}$  trở lên, đặc biệt thích hợp cho các buồng điều hòa không khí). Như vậy đối với các buồng nhiệt độ  $< +3^\circ\text{C}$  chỉ có biện pháp giữ  $\Delta t_0$  nhỏ.

### 7.3.2. Điều chỉnh độ ẩm nhờ $\Delta t_0$

Độ ẩm trong buồng lạnh phụ thuộc chủ yếu vào hiệu nhiệt độ buồng và nhiệt độ bay hơi :

$$\varphi = f(\Delta t_0) = f(t_b - t_0) \quad (7.1)$$

$t_b$  - nhiệt độ buồng lạnh,  $^\circ\text{C}$  ;

$t_0$  - nhiệt độ bay hơi của môi chất lạnh, °C ;  
 $\varphi$  - độ ẩm tương đối, %.

Hiệu nhiệt độ  $\Delta t_0$  liên quan mật thiết với diện tích bề mặt trao đổi nhiệt F của dàn bay hơi. Năng suất lạnh của dàn  $Q_0$  xác định từ :

$$Q_0 = kF\Delta t_0, \text{ W} \quad (7.2)$$

k - hệ số truyền nhiệt, W/m<sup>2</sup>K ;

F - diện tích bề mặt trao đổi nhiệt, m<sup>2</sup>.

Do  $k \approx \text{const}$  và  $Q_0$  yêu cầu  $\approx \text{const}$  nên khi  $\Delta t_0$  giảm thì F phải tăng.

Qua tính chất không khí ẩm và các thí dụ ta sẽ tìm hiểu sâu hơn vấn đề này.

Bảng 7.2 giới thiệu điểm đọng sương của không khí phụ thuộc vào nhiệt độ không khí và độ ẩm tương đối khi áp suất khí quyển là 760 mmHg hay 1013mbar.

**BẢNG 7.2. Điểm đọng sương phụ thuộc nhiệt độ và độ ẩm tương đối không khí ở áp suất khí quyển 760 mmHg**

Nhiệt độ không khí khô °C	Độ ẩm tương đối của không khí, $\varphi$ , %										
	100%	95%	90%	85%	80%	75%	70%	65%	60%	55%	50%
	Nhiệt độ điểm sương, °C										
0	0	-0,6	-1,5	-2,2	-3,0	-3,7	-4,9	-5,7	-6,5	-8,2	-9,2
2	2	1,5	0,9	0	-0,9	-1,9	-2,5	-3,7	-4,8	-5,7	-7,1
4	4	3,2	2,4	1,8	0,9	0	-0,9	-1,9	-2,9	-4,1	-5,3
6	6	5,1	4,5	3,8	2,9	1,8	0,9	0	-1,3	-2,2	-3,7
8	8	7,2	6,4	5,5	4,5	3,8	2,7	-1,8	-0,6	0,5	-1,9
10	10	9,2	8,5	7,6	6,8	5,8	4,5	3,7	2,5	1,5	0
12	12	11,3	10,5	9,6	8,5	7,8	6,8	5,5	4,3	3,2	2,0
14	14	13,7	12,3	11,4	10,5	9,6	8,5	7,4	6,2	4,8	3,7
16	16	15,2	14,4	13,5	12,6	11,6	10,5	9,4	8,3	7,0	5,6
18	18	17,2	16,5	15,5	14,6	13,5	12,4	11,3	10,0	8,9	7,4
20	20	19,2	18,3	17,4	16,5	15,5	14,4	13,1	11,9	10,5	9,2

**Thí dụ 7.1 :** Một buồng lạnh có nhiệt độ buồng 0°C, cần duy trì độ ẩm 80% trong buồng. Nhiệt độ sôi lý thuyết cần chọn là bao nhiêu ?

**Giải :**

Theo bảng 7.2, nhiệt độ không khí 0°C, độ ẩm tương đối 80% có nhiệt độ điểm sương là  $t_s = -3^\circ\text{C}$ . Như vậy muốn duy trì nhiệt độ buồng 0°C, độ ẩm 80% thì nhiệt độ sôi lý thuyết nên chọn là  $-3^\circ\text{C}$ . Nếu trong buồng lạnh có nguồn phát ẩm thì có thể chọn  $t_0 < -3^\circ\text{C}$  nhưng phải có tính toán cân bằng nhiệt ẩm cụ thể (xem thí dụ 7.3).

**Thí dụ 7.2 :**

Buồng lạnh nhiệt độ 0°C, nhiệt độ sôi  $-9,2^\circ\text{C}$ . Xác định độ ẩm trong buồng, giả sử không có nguồn phát ẩm trong buồng. Hãy so sánh diện tích trao đổi nhiệt của dàn bay hơi của thí dụ 7.1 và 7.2 khi buồng có năng suất lạnh giống nhau.

**Giải :**

Theo bảng 7.2, độ ẩm tương đối trong buồng lạnh là 50%.

Tính diện tích trao đổi nhiệt :

$$Q_0 = kF_1\Delta t_1 = kF_2\Delta t_2$$

$F_1$  : cho thí dụ 7.1 với  $\Delta t_1 = 0^\circ\text{C} - (-3^\circ\text{C}) = 3\text{K}$

$F_2$  : cho thí dụ 7.2 với  $\Delta t_2 = 0^\circ\text{C} - (-9,2^\circ\text{C}) = 9,2\text{K}$

$$F_1 \Delta t_1 = F_2 \Delta t_2$$

$$F_1 = \frac{9,2}{3} F_2$$

$$F_1 \approx 3,1 F_2$$

Như vậy, muốn tăng độ ẩm buồng từ 50% lên 80% cần phải chọn dàn bay hơi lớn gấp 3,1 lần khi năng suất lạnh của buồng lạnh là giống nhau.

Bảng 7.3 giới thiệu độ ẩm tương đối của không khí phụ thuộc nhiệt độ không khí khô và hiệu nhiệt độ không khí khô và ướt ở 760 mmHg.

**BẢNG 7.3. Độ ẩm tương đối phụ thuộc nhiệt độ khô, hiệu nhiệt độ khô và ướt của không khí  $\varphi = f(t_k, \Delta t)$**

Nhiệt độ khô, °C	Hiệu nhiệt độ khô ướt $\varphi = f(t_k, \Delta t)$													
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7
-9	85	71												
-8	87	73	59	45										
-7	87	74	62	49	36	24								
-6	88	75	64	52	40	28								
-5	88	77	66	54	43	32								
-4	89	78	67	57	46	36								
-3	89	79	69	59	49	39	29	19						
-2	90	80	70	61	52	42	33	23						
-1	91	81	72	63	54	45	36	27						
0	91	82	73	64	56	47	39	31						
1	91	83	75	66	58	50	42	34	26	18				
2	92	84	76	68	60	52	45	37	30	22				
3	92	84	77	69	62	54	47	40	33	25				
4	92	85	78	70	63	56	49	42	36	29				
5	93	86	79	72	65	58	51	45	38	32	26	19		
6	93	86	79	73	66	60	53	47	41	35	29	23		
7	93	87	80	75	67	61	55	49	43	37	31	26	20	14
8	94	87	81	75	69	62	57	51	45	40	34	29	23	18
9	94	88	82	76	70	64	58	53	47	42	36	31	26	21
10	94	88	82	77	71	65	60	55	49	44	39	34	29	24
11	94	88	83	77	72	66	61	56	51	46	41	36	31	26
12	94	89	83	78	73	68	62	57	53	48	43	38	33	29
13	95	89	84	79	74	69	64	59	54	49	45	40	36	31
14	95	90	84	79	74	70	65	60	56	51	46	42	38	33
15	95	90	85	80	75	71	66	61	57	53	48	44	40	35
16	95	90	85	81	76	71	67	62	58	54	50	46	42	37
17	95	90	86	81	77	72	68	63	59	55	51	47	43	39
18	95	91	86	82	77	73	69	65	61	56	53	49	45	41
19	95	91	86	82	78	74	70	65	62	58	54	50	46	43
20	96	91	87	83	78	74	70	66	63	59	55	51	48	44
21	96	91	87	83	79	75	71	67	64	60	56	52	49	45
22	96	92	88	83	80	76	72	68	64	61	57	54	50	47
23	96	92	88	84	80	76	72	69	65	62	58	55	51	48
24	96	92	88	84	80	77	73	70	66	62	59	56	53	49
25	96	92	88	85	81	77	74	70	67	63	60	57	54	51
26	96	92	88	85	81	78	74	71	67	64	61	58	55	51
27	96	93	89	85	81	78	75	71	68	65	62	59	55	53
28	96	93	89	86	82	79	75	72	68	65	62	59	56	53
29	96	93	89	86	82	79	76	72	69	66	63	60	57	54
30	96	93	89	86	83	79	76	73	70	67	64	61	58	55
31	97	93	89	87	83	80	77	74	71	68	65	62	59	56
32	97	94	90	87	84	80	77	75	72	69	66	62	60	57
33	97	94	90	87	84	81	78	75	72	69	66	63	60	58
34	97	94	90	88	85	81	78	76	73	70	67	63	61	59
35	97	94	90	88	85	82	79	77	74	71	68	65	62	60

Nhiều sản phẩm bảo quản (thịt bò, lợn lạnh và kết đông) yêu cầu độ ẩm thấp, nhưng một số trường hợp bảo quản, độ ẩm không khí yêu cầu rất cao thí dụ :

- Khoai tây giống và khoai tây thương phẩm  $\varphi > 92\%$

- Các loại rau hoa quả thường yêu cầu từ 90 + 95% như nấm, cà rốt, salat, spinat, táo, dâu các loại, bắp cải, rau cải, hoa hồng...

Thí dụ 7.1 và 7.2 tính toán cho từng trường hợp không có nguồn phát ẩm trong phòng nhưng thực tế các sản phẩm bảo quản như rau hoa quả, thịt cá không đóng gói bay hơi mạnh nên lượng ẩm luôn được bổ sung vào không khí làm cho độ ẩm thực cao hơn tính toán. Ngoài ra có một dòng ẩm luôn luôn thẩm thấu từ ngoài vào buồng lạnh do sự chênh lệch phân áp suất hơi nước...

Các tính toán cân bằng nhiệt ẩm là phức tạp, ở đây chỉ giới thiệu đồ thị xác định độ ẩm phụ thuộc hiệu nhiệt độ buồng, nhiệt độ bay hơi và ngược lại theo kinh nghiệm đối với từng loại sản phẩm bảo quản : không đóng gói, sản phẩm kết đông và sản phẩm đóng gói (hình 7.16).

Để có thể hiểu được sơ đồ này ta có thể lặp lại thí dụ 7.1 và 7.2.

**Thí dụ 7.3 :**

Cho biết : Nhiệt độ buồng  $t_b = 0^\circ\text{C}$  ; độ ẩm 80%. Sản phẩm có bao gói. Xác định : Nhiệt độ bay hơi

**Giải :**

Xuất phát từ  $\varphi = 80\%$  gặp đường cong "sản phẩm có bao gói" rẽ trái, gặp đường  $t_o = 0^\circ\text{C}$  ở  $\Delta t = 5,2\text{K}$ , gặp  $t_o = -10^\circ\text{C}$  ở  $\Delta t = 6,3\text{K}$ , suy ra nhiệt độ sôi khoảng  $-5,8^\circ\text{C}$  và  $\Delta t = 5,8\text{K}$ . So với thí dụ 7.1 nhiệt độ sôi giảm xuống ( $-5,8^\circ\text{C}$  thấp hơn  $-3^\circ\text{C}$  như đã tính ở trên).

**Thí dụ 7.4 :**

Cho biết : Nhiệt độ buồng lạnh  $0^\circ\text{C}$ , nhiệt độ sôi  $-9,2^\circ\text{C}$  ; sản phẩm bao gói. Xác định : độ ẩm trong buồng lạnh.

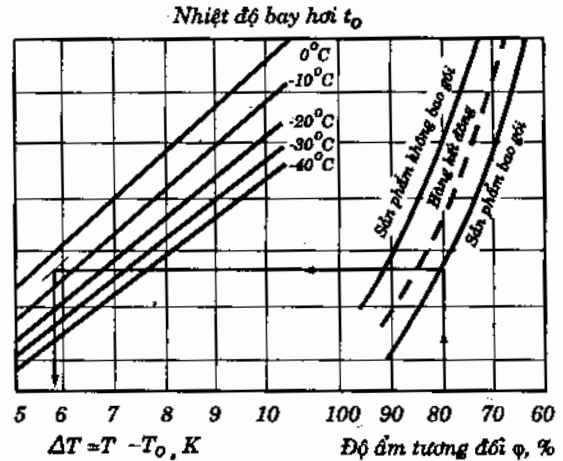
**Giải :**

$$\Delta t = 0 - (-9,2^\circ\text{C}) = 9,2\text{K}$$

Từ  $\Delta t = 9,2\text{K}$  dóng lên, gặp đường nhiệt độ sôi  $-9,2\text{K}$ . Từ điểm cắt, dóng ngang sang phải gặp đường sản phẩm bao gói, dóng xuống, tìm được  $\varphi \approx 68\%$ .

Như vậy độ ẩm không phải 50% như thí dụ 7.2 và là 68% do còn phát ẩm từ sản phẩm cũng như từ bao che buồng lạnh.

Với giá trị  $\Delta t_o$  tính toán được ở thí dụ 7.3 và 7.4 ta có thể tính toán, chọn được dàn bay hơi thích hợp để không những duy trì nhiệt độ mà cả độ ẩm cần thiết trong buồng lạnh.

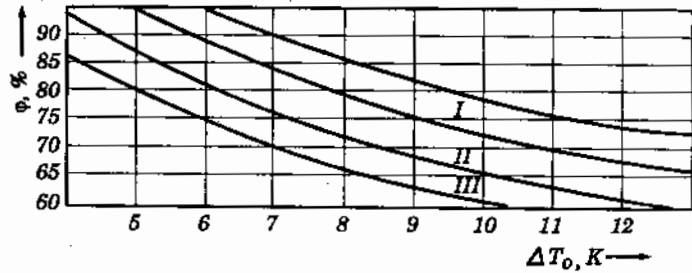


Hình 7.16. Sự phụ thuộc của độ ẩm tương đối  $\varphi$  vào nhiệt độ sôi ; hiệu nhiệt độ buồng và nhiệt độ sôi với loại sản phẩm.



**Chú ý :**

Trong thực tế, hiệu nhiệt độ  $\Delta t_o = 5K$  giữa nhiệt độ buồng và nhiệt độ bay hơi là rất khó thực hiện vì ngay độ quá nhiệt hơi hút đã yêu cầu từ 3K trở lên. Hơn nữa với độ quá nhiệt quá bé, nguy cơ lỏng tràn về máy nén cao do đó hãng Roller (CHLB Đức) đưa ra một đồ thị khác để chọn  $\Delta t_o$  phụ thuộc vào độ ẩm cần duy trì trong buồng lạnh và loại buồng lạnh (hình 7.17). Đồ thị này đưa ra để tham khảo.



Hình 7.17. Xác định độ ẩm và hiệu nhiệt độ  $\Delta t_o$  cho các loại buồng lạnh khác nhau theo hãng Roller :  
 I - Đối với sản phẩm bảo quản đòi hỏi độ ẩm thấp  
 II- Đối với sản phẩm bảo quản đòi hỏi độ ẩm trung bình  
 III- Đối với sản phẩm bảo quản đòi hỏi độ ẩm cao  
 (Nên chọn định hướng ở giữa vùng II).

Khi điều chỉnh độ ẩm trong buồng lạnh cần ghi nhớ một điều hết sức quan trọng :

Không bao giờ được lấy không khí ngoài trời có độ ẩm cao đưa vào phòng lạnh để nâng độ ẩm phòng lạnh lên.

Thí dụ 7.5 : Chúng ta hãy quan sát thí dụ sau : hòa trộn không khí buồng lạnh  $0^{\circ}C$ ,  $\varphi = 80\%$  với 10% không khí ngoài trời ở nhiệt độ  $20^{\circ}C$ , độ ẩm 90%. Hỏi độ ẩm và nhiệt độ đạt được ?

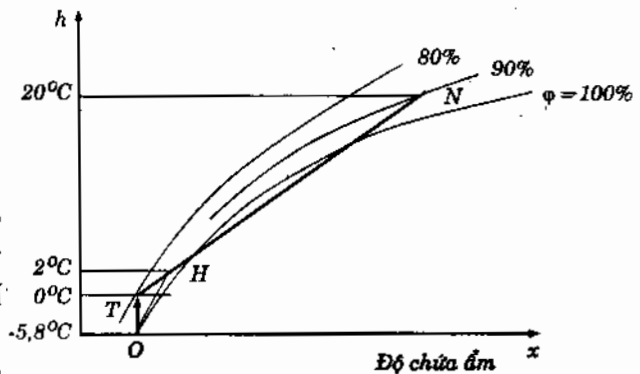
Giải :

Sử dụng đồ thị h-x cho không khí ẩm để giải (hình 7.18)

Trạng thái không khí các điểm :

- T - Trong nhà ( $t = 0^{\circ}C$ ,  $\varphi = 80\%$ )
- N - Ngoài trời ( $t = 20^{\circ}C$ ,  $\varphi = 90\%$ )
- H - Hòa trộn ( $t = 2^{\circ}C$ ,  $\varphi = 92\%$ )
- O - Miệng thổi dàn bay hơi ( $t = 5,6^{\circ}C$ ,  $\varphi = 100\%$ )

Nếu tỷ lệ hòa trộn là 10%, ta có thể chia đoạn TN thành 10 phần và có TH : TN = 1 : 9. Ta đọc được trạng thái không khí ở điểm H là  $t = 2^{\circ}C$  và  $\varphi = 92\%$ .



Hình 7.18. Hòa trộn không khí buồng lạnh và ngoài trời.

Như vậy khi hòa trộn ta đạt được hiệu quả  $\varphi = 92\%$  nhưng nhiệt độ lại tăng lên  $2^{\circ}C$  do đó phải cần một lượng lạnh để đưa toàn bộ khối lượng không khí này xuống  $0^{\circ}C$ . Khi làm lạnh ta phải đưa lượng không khí này qua dàn nhiệt độ sôi khoảng  $-5,8^{\circ}C$ , một phần ẩm bị ngưng tụ lại, và sau khi xử lý không khí thổi vào phòng, nhận nhiệt từ sản phẩm và từ nhiệt tổn thất qua vách bao che, không khí lại đạt trạng thái cũ là  $t = 0^{\circ}C$  và  $\varphi = 80\%$ .

Ý tưởng lấy không khí ngoài trời có độ ẩm cao đưa vào phòng lạnh để nâng độ ẩm không khí trong phòng lạnh rõ ràng là ý tưởng hoàn toàn sai lầm. Không những gây lãng phí điện năng mà còn có tác hại rất lớn sau :

- Nhiệt độ phòng lạnh  $t = 0^{\circ}C$  nên nhiệt độ sản phẩm cũng xấp xỉ  $0^{\circ}C$ . Nếu ta đóng từ điểm H xuống trục hoành gặp  $\varphi = 100\%$ , ta tìm được nhiệt độ đọng sương  $t_s$

của hỗn hợp khí. Nếu  $t_s < 0^\circ\text{C}$  thì chưa xảy ra sự ngưng ẩm trên bề mặt sản phẩm nhưng nếu  $t_s > 0^\circ\text{C}$  thì ẩm sẽ ngưng tụ lên bề mặt sản phẩm bảo quản dẫn đến nhiều hậu quả nghiêm trọng như thối, hỏng, biến màu rau củ quả... bảo quản. Điều này là hoàn toàn không cho phép. Theo hình vẽ ở trên, rõ ràng nếu hòa trộn quá 10% là có thể xảy ra ngưng ẩm trên bề mặt sản phẩm.

### 7.3.3. Gia ẩm bằng phun ẩm

Người ta phân biệt sự phun ẩm isentrop hay phun ẩm đoạn nhiệt thực hiện bằng máy phun sương hoặc bay hơi khuếch tán và phun ẩm đẳng nhiệt bằng phun hơi.

Trong kỹ thuật điều hòa không khí có thể điều chỉnh và khống chế độ ẩm theo những phương pháp sau :

- Cho nước bay hơi khuếch tán từ các tấm chân hút nước, các đĩa hút nước. Khi nhúng một đầu chân hoặc đĩa vào thùng nước, toàn bộ bề mặt chân hoặc đĩa luôn ướt do mao dẫn, tạo diện tích bay hơi lớn. Các hệ thống này đặc biệt tiện lợi cho nhà ở, công sở, bảo tàng, phòng máy, kho... Các phương pháp này không sử dụng cho các phòng lạnh vì hiệu suất thấp do nước bay hơi rất yếu ở nhiệt độ thấp.

- Các mũi phun sương, các máy phun quay kiểu ly tâm... Các loại này thường được sử dụng trong các ngành công nghiệp nhẹ như công nghiệp giấy, gỗ, vải sợi, may mặc, in ấn, chất dẻo... Có thể ứng dụng cho các buồng lạnh có nhiệt độ trên  $3^\circ\text{C}$ .

Khi phun ẩm (bằng nước có cùng nhiệt độ), trạng thái không khí sẽ biến đổi theo đường đẳng nhiệt, độ ẩm tăng và nhiệt độ giảm. Cần lưu ý để nhiệt độ không giảm quá mức cho phép. Thí dụ buồng lạnh  $1^\circ\text{C}$ ,  $\varphi = 60\%$ . Khi phun ẩm, độ ẩm đạt 92% thì nhiệt độ tụt xuống  $-1^\circ\text{C}$ , có thể vi phạm chế độ lạnh bảo quản.

- Phun hơi (phun ẩm không khí bằng hơi nước), chủ yếu dùng cho các hệ thống điều hòa không khí. Phun hơi có 2 loại : sử dụng trực tiếp hơi nước từ lò hơi hoặc từ mạng hơi nước hoặc sử dụng máy phun hơi dùng điện trở đốt nóng để đun nước.

Khống chế độ ẩm bằng role độ ẩm hay hygrostat.

Có thể đạt độ chính xác  $\pm 5\%$  bằng một role độ ẩm,

$\pm 2\%$  bằng cách lắp role độ ẩm theo bậc

và  $\pm 1,5\%$  bằng mạch cấp số (khí lực).

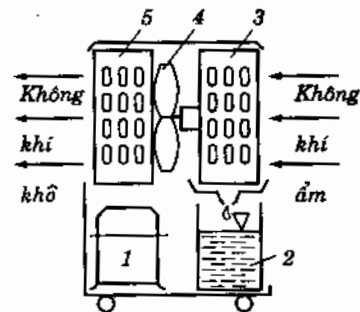
### 7.3.4. Khử ẩm bằng máy hút ẩm

Người ta phân biệt 2 loại máy hút ẩm chính :

a) Máy hút ẩm bằng máy lạnh (xem tài liệu [2.4]).

Không khí đầu tiên được đưa qua dàn lạnh, hơi nước sẽ ngưng tụ lại trên bề mặt lạnh, chảy vào thùng nước ngưng còn không khí đã được khử ẩm được đưa qua dàn ngưng, sưởi nóng lên làm cho độ ẩm tương đối giảm xuống để quay lại phòng (hình 7.19).

b) Máy hút ẩm bằng chất hấp thụ rắn (của hãng MUNTER - Mỹ). Chất hấp thụ rắn được cố định lên một băng giấy rồi quấn lại thành bánh xe quay có khe hở cho không khí đi qua. Bánh xe quay chọn 1 vòng, chất hút ẩm cũng làm việc trọn 1 chu kỳ hút ẩm và hoàn nguyên.

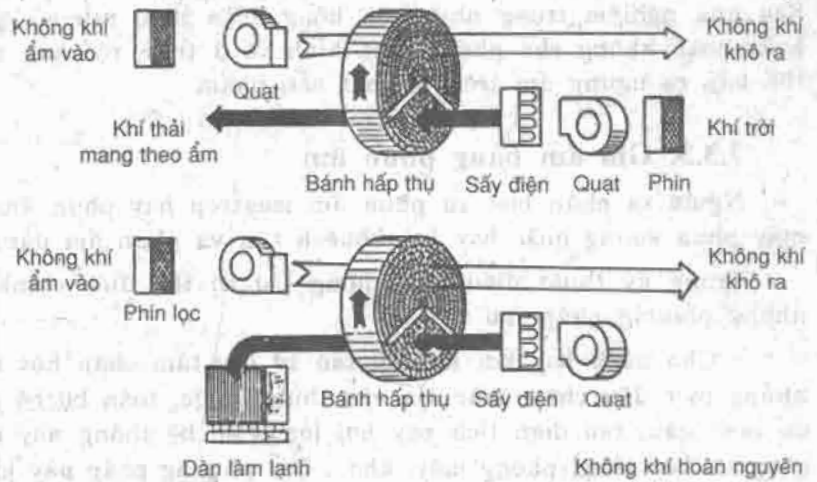


Hình 7.19. Máy hút ẩm :

- 1 - block máy nén ; 2 - thùng hứng nước ngưng ; 3 - dàn bay hơi ;  
4 - quạt ; 5 - dàn ngưng tụ.

Ở chu kỳ hút ẩm, vòng bánh xe quay qua đường không khí cần hút ẩm, ở đây ẩm được chất hấp thụ rắn hấp thụ.

Ở chu kỳ hoàn nguyên, vòng bánh xe quay qua đường không khí nóng được gia nhiệt bằng điện trở từ môi trường vào. Do tác động của nhiệt, ẩm được đẩy ra khỏi chất hút ẩm và chất hấp thụ được tái sinh (hình 7.20). Công ty MUNTER hiện đã có mặt tại Việt Nam, tuy nhiên, loại hút ẩm này chỉ nên sử dụng cho các nhu cầu hút ẩm ở nhiệt độ cao, không nên sử dụng cho các buồng điều hòa không khí và đặc biệt các buồng lạnh.



Hình 7.20. Máy hút ẩm bằng hấp thụ của MUNTERS (Hai phương pháp hoàn nguyên).

#### 7.4. ĐIỀU CHỈNH KHÍ TƯƠI TRONG BUỒNG LẠNH

Các buồng lạnh có người làm việc ở trong hoặc các buồng lạnh bảo quản các sản phẩm hô hấp như rau, hoa, quả, trứng... Ngoài việc khống chế nhiệt độ, độ ẩm, còn phải đảm bảo lượng khí tươi cần thiết. Lượng khí tươi cần thiết được xác định qua giới hạn nồng độ  $CO_2$  cho phép.

Nồng độ  $CO_2$  cho phép đối với người và đối với các sản phẩm khác nhau là khác nhau.

Trong các phòng lạnh có công nhân làm việc hoặc các phòng điều hòa không khí người ta tính toán lượng khí tươi như sau :

Một người trưởng thành hít vào khoảng  $0,5m^3/h$  (tương đương  $0,6kg/h$ ). Khi làm công việc nặng lượng không khí hít vào có thể tăng lên từ 3 đến 6 lần.

Khí hít vào và thở ra, cơ thể hấp thụ  $CO_2$  và thải ra  $CO_2$  lượng  $CO_2$  thải ra khoảng 20 đến 40 lít/h. Nồng độ  $CO_2$  của không khí thở ra gấp 100 lần nồng độ không khí tươi.

Nồng độ  $CO_2$  của không khí tươi nằm trong khoảng 0,04%, khí thở ra khoảng 4%.

Nồng độ  $CO_2$  của không khí trong phòng lạnh có người ở theo quy định vệ sinh không được vượt quá 0,14%.

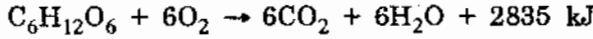
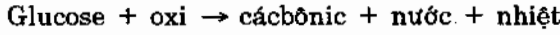
Như vậy lượng khí tươi cần thiết cho một người trưởng thành có thể tính ra là  $4.0,5/(0,14 - 0,04) = 20m^3/h$ .

Đối với các sản phẩm hô hấp có 2 phương pháp bảo quản lạnh :

- Bảo quản khí : phòng bảo quản cần kín và thành phần khí được khống chế khá nghiêm ngặt. Thí dụ đối với hoa quả, thành phần  $CO_2$  từ 5 ÷ 10%, thành phần oxy từ 2,5 ÷ 10% còn lại là Nitơ, có khả năng kéo dài thời gian bảo quản lâu dài hơn.

- Bảo quản lạnh thường : thường dùng cho các loại hạt giống, khoai tây giống... Ở đây người ta phải khống chế nồng độ  $CO_2$  không vượt quá giới hạn cho phép. Thí dụ đối với bảo quản khoai tây giống nồng độ  $CO_{2max} = 1,0\%$ , nhưng thường chọn 0,5%.

Quá trình hô hấp và sinh hóa diễn ra với phản ứng :

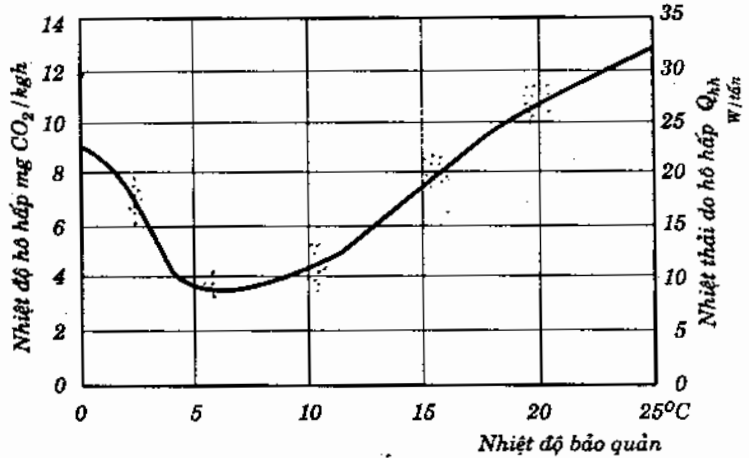


Cường độ quá trình hô hấp có thể nhiệt phụ thuộc vào loại sản phẩm và nhiệt độ môi trường cũng như thành phần không khí và độ ẩm môi trường. Thí dụ, đối với khoai tây giống, cường độ hô hấp tăng gấp đôi khi nhiệt độ tăng lên 10°C.

Hình 7.21 giới thiệu sự phụ thuộc của nhiệt thải do hô hấp của khoai tây phụ thuộc vào nhiệt độ bảo quản.

Ta có nhận xét ở 5°C khoai tây đạt cực tiểu về hô hấp.

Lưu lượng khí tươi cần cấp cho buồng lạnh tùy thuộc vào sản phẩm bảo quản và điều kiện bảo quản có thể xác định theo biểu thức : (theo Ad Sheer - Công nghệ bảo quản khoai tây - Viện kỹ thuật nông nghiệp và môi trường Hà Lan) :



Hình 7.21. Sự phụ thuộc của nhiệt thải do hô hấp của khoai tây giống vào nhiệt độ bảo quản.

$$L = \frac{m \cdot Q_{hh} \cdot 0,2448/h}{z_{max} - z_v}, \quad \text{l/h} \quad (7.3)$$

trong đó :

- $m$  - lượng khoai tây bảo quản trong kho, tấn ;
- $Q_{hh}$  - nhiệt lượng hô hấp, W/tấn ;
- $0,2448/h$  - hệ số lưu lượng ;
- $z_{max}$  - nồng độ cực đại cho phép của CO<sub>2</sub> ;  $z_{max} = 1,0\%$  ;
- $z_v$  - nồng độ của khí tươi thổi vào phòng ;  $z_v = 0,04\%$ .

**Thí dụ 7.5 :**

Cho biết một buồng lạnh bảo quản khoai tây có dung tích  $m = 30$  tấn, nhiệt độ buồng  $t_b = 5^\circ\text{C}$ . Hãy tính toán thiết kế hệ thống tự động cung cấp khí tươi cho buồng lạnh.

**Giải :**

Tra đồ thị hình 7.21 : bảo quản khoai tây ở 5°C có  $Q_{hh} = 10\text{W/t}$ .

Thay các giá trị vào phương trình (7.3) ta có lượng gió tươi yêu cầu :

$$L = \frac{30 \cdot 10 \cdot 0,2448}{(0,1 - 0,04)/100} = 7650/h = 7,65\text{m}^3/h$$

Giả sử :

- Máy lạnh làm việc với hệ số làm việc  $b = 0,5$
- Cửa lấy gió tươi được bố trí sau dàn lạnh. Gió tươi được quạt hút từ ngoài vào đưa qua dàn bay hơi để xử lý lạnh rồi mới đưa vào phòng. Tốc độ hút khí tươi đạt 1m/s.

**Chú ý :** Không đưa gió tươi trực tiếp vào buồng lạnh. Phải đưa gió tươi trực tiếp vào dàn lạnh để xử lý ẩm, tránh gây đọng sương trên bề mặt sản phẩm bảo quản.

Vì  $b = 0,5$  nên lưu lượng gió phải lấy lên gấp đôi :

$$L_{tt} = 2.7,65 = 15,3m^3/h = 0,00425m^3/s$$

Tiết diện ống lấy gió tươi :

$$F = \frac{L_{tt}}{v} = \frac{0,00425m^3/s}{1,0m/s} = 0,00425m^2$$

- Nếu sử dụng ống tiết diện vuông ta có cạnh của tiết diện :

$$a_h = \sqrt{F} = 0,065m = 65mm$$

Vậy ống gió tươi có tiết diện 65 x 65 mm.

**Chú ý :** Khi lắp đặt phải dùng phong tốc kế đo lại tốc độ gió, nếu không đạt tốc độ yêu cầu, cần phải làm cửa hút loe tạo hiệu áp cao hơn hoặc có thể làm to hơn với cánh điều tiết).

Nếu sử dụng ống tròn, đường kính ống như sau :

$$d_h = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = 0,074m = 74mm$$

Ở đây cũng có thể tăng đường kính ống để bố trí bộ phận điều tiết lưu lượng.

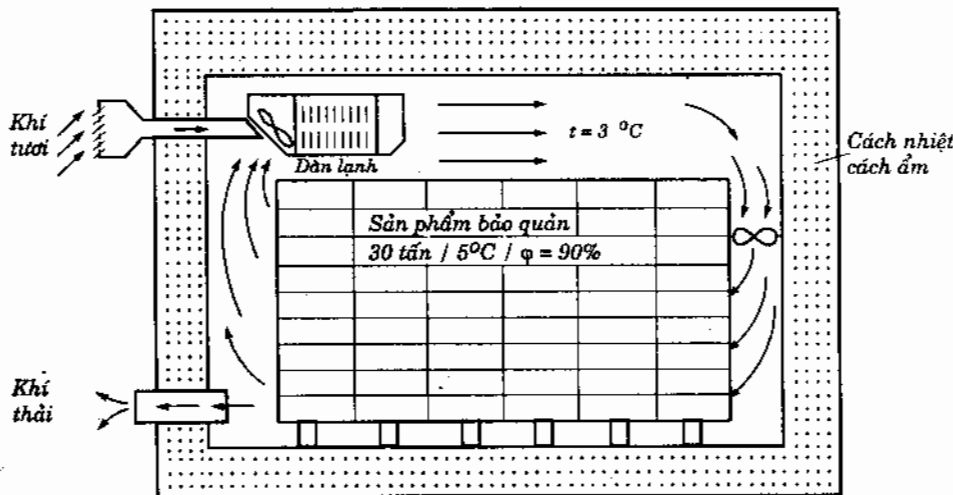
- Thiết kế ống gió thải : Thường lấy tốc độ gió thải bằng nửa tốc độ gió hút nên diện tích ống tăng gấp 2.

Trường hợp ống vuông :  $a_t = 92$  mm

Trường hợp ống tròn :  $d_t = 104$  mm

Hình 7.22 giới thiệu buồng lạnh bảo quản 30 tấn khoai tây giống với việc cấp khí tươi cho sự hô hấp của khoai tây.

Trong các hệ thống điều hòa không khí, việc cấp không khí tươi vào phòng cũng có thể thực hiện theo nhiều cách nhưng cũng phải xử lý lạnh trước khi đưa vào phòng. Trong các hệ thống điều hòa trung tâm, khí tươi được xử lý ở AHU (Air - Handling Unit) sau đó đưa theo các ống dẫn không khí vào các phòng. Đơn giản hơn có thể làm theo hình 7.22 là bố trí miệng hút không khí tươi ngay phía sau dàn quạt.



Hình 7.22. Buồng lạnh bảo quản khoai tây giống với bố trí cấp khí tươi và thải khí thải đảm bảo sự hô hấp của khoai tây.

## CÁC DỤNG CỤ VÀ THIẾT BỊ TỰ ĐỘNG

---

Các hệ thống tự động hóa máy và thiết bị lạnh bao gồm các loại tự động điều khiển, điều chỉnh, báo hiệu và bảo vệ.

Tùy theo đại lượng vật lý gồm có các dụng cụ và thiết bị tự động theo áp suất  $p$ , hiệu áp  $\Delta p$ , nhiệt độ  $t$ , hiệu nhiệt độ  $\Delta t$ , mức lỏng  $L$ , dòng chảy  $F$ .

Ngoài ra trong kỹ thuật lạnh còn sử dụng các khí cụ điện và role thời gian trong kỹ thuật tự động điện.

Như chương 3 đã giới thiệu các dụng cụ và thiết bị tự động này đều gồm nhiều phần tử khác nhau cấu tạo thành như : phần tử cảm biến CB, so sánh SS, định trị DT và điều chỉnh DC hay cơ cấu thừa hành.

Sau đây chúng tôi sẽ đi sâu giới thiệu cấu tạo, nguyên lý hoạt động và phạm vi ứng dụng của một số dụng cụ và thiết bị tự động hay được sử dụng trong tự động hóa hệ thống lạnh.

### CHƯƠNG 8

## CÁC DỤNG CỤ THỪA HÀNH

Các dụng cụ thừa hành sử dụng trong tự động hóa hệ thống lạnh có thể phân loại thành :

- Thiết bị thừa hành bao gồm một cơ cấu thừa hành và một cơ quan thừa hành.
- Cơ cấu thừa hành có nhiệm vụ biến các tác động từ thiết bị điều chỉnh thành các dịch chuyển cơ học tịnh tiến hoặc quay. Theo dạng năng lượng có thể chia ra cơ cấu thừa hành là cơ cấu điện, khí nén, thủy lực...

Các cơ cấu thừa hành có thể tham gia vào thành phần của thiết bị thừa hành và cũng có thể là một bộ phận độc lập.

- Cơ quan điều chỉnh có thể thay đổi dòng chảy môi chất công tác và được khởi động nhờ phần tử đầu ra của cơ cấu thừa hành.

## 8.1. THIẾT BỊ THỪA HÀNH

### 8.1.1. Van điện từ

Van điện từ là loại van đóng mở nhờ lực của cuộn dây điện từ (hay nam châm điện). Van điện từ là một thiết bị thừa hành. Tùy theo cấu tạo, van điện từ có thể là van chặn (loại 1 ngã) hoặc van chuyển dòng (nhiều ngã).

Van điện từ 1 ngã (van khác van chặn) dùng để đóng mở tự động dòng chất lỏng hoặc chất khí, hơi môi chất hoặc chất tải lạnh từ xa.

Van điện từ nhiều ngã (van chuyển dòng) dùng để thay đổi tự động dòng chất lỏng hoặc chất khí thí dụ máy điều hòa không khí 2 chiều.

Theo nguyên lý làm việc có thể chia ra các loại van điện từ đóng mở trực tiếp, gián tiếp hoặc phối hợp.

Van điện từ đóng mở trực tiếp là loại van chỉ sử dụng lực điện từ để đóng mở clapê (direct operation).

Van điện từ đóng mở gián tiếp là loại van mà lực điện từ chỉ dùng để đóng mở clapê phụ, clapê chính được đóng mở nhờ dòng chất lỏng hoặc khí đi qua clapê phụ (servo operation).

Van điện từ đóng mở phối hợp là loại van có cấu trúc kết hợp được các đặc điểm của trực tiếp và gián tiếp, đóng mở van vừa bằng lực điện từ vừa bằng áp suất của chất lỏng hoặc chất khí của dòng chảy (forced servo operation) hoặc pilot.

Theo vị trí lá van khi tác động còn có thể chia ra loại van thường đóng hay thường mở.

Van thường đóng là loại van đóng khi cuộn dây điện từ không có điện và mở khi cuộn dây điện từ có điện (NC - Normal Closed).

Van thường mở ngược lại là loại van mở khi cuộn dây không có điện và đóng khi cuộn dây điện từ có điện (NO - Normal Open).

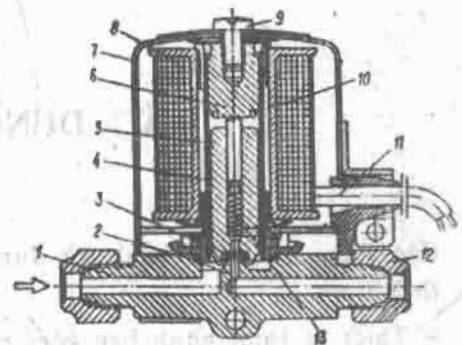
#### 8.1.1.1. Van khóa điện từ

Van khóa hay van chặn điện từ có thể là van đóng mở trực tiếp, gián tiếp hoặc kết hợp. Hình 8.1 ÷ 8.3 giới thiệu các loại van khóa điện từ.

Van điện từ tác động trực tiếp (hình 8.1) thường có năng suất lưu lượng nhỏ dùng cho cả chất khí và chất lỏng. Đường kính van thường  $\leq 10$  mm.

Trên đế van của thân van 1 có bố trí cửa vào và ra cho môi chất. Trên hình 8.1 giới thiệu kiểu nối ống loe với đầu ren và mũ ốc nhưng cũng có thể có kiểu nối ống bằng mối hàn bạc tùy theo nhà chế tạo. Kiểu nối bích không sử dụng ở đây mà chỉ dùng cho các van điện từ loại lớn.

Clapê 3 của van đóng mở trên đế van 2 nhờ chuyển động lên xuống của lõi sắt 5 khi có điện hoặc không có điện. Ống 4 vừa làm nhiệm vụ ống dẫn hướng cho lõi sắt 5 vừa làm nhiệm



Hình 8.1. Van điện từ tác động trực tiếp (direct operation)

- 1 - thân van ; 2 - đế van ; 3 - clapê ;
- 4 - ống dẫn hướng đồng thời là ống ngăn cách khoang môi chất với bên ngoài ;
- 5 - lõi sắt ; 6 - lõi cố định ; 7 - vỏ ;
- 8 - cuộn dây điện từ ; 9 - vít cố định vỏ ;
- 10 - vòng đoạn mạch chống ồn ; 11 - dây tiếp điện ; 12 - mũ ốc nối vít ; 13 - lò xo.

vụ ngăn cách khoang môi chất kín bên trong với môi trường bên ngoài nên được cố định và làm kín cùng thân van. Ống 4 được chế tạo từ vật liệu không nhiễm từ để đảm bảo sự làm việc hoàn hảo của lõi sắt. Cùng với ống 4 và lõi cố định 6, khoang trong của van hoàn toàn kín với môi trường bên ngoài.

Bên ngoài ống 4 là cuộn dây điện từ. Để đảm bảo độ kín cho cuộn dây người ta sử dụng cao su để chèn đầu dây tiếp điện 11 ra. Vỏ cuộn dây điện từ 7 được cố định với thân van bằng vít 9.

Nếu không có điện vào cuộn dây thì do lực lò xo 13 dãn ra và do trọng lượng của lõi sắt ép xuống, cửa van bị đóng lại (đối với loại van NC - thường đóng).

Khi được tiếp điện, cuộn dây sinh ra từ trường hút lõi sắt lên phía trên, mở cửa thoát của van cho dòng môi chất đi qua.

Để giảm độ rung và ồn của lõi sắt khi tiếp điện cho cuộn dây vào mạng điện xoay chiều người ta gắn vào lõi cố định 6 một vòng khuyên 10 đóng vai trò vòng đoán mạch.

#### Van điện từ tác động gián tiếp

Hình 8.2 giới thiệu van điện từ tác động gián tiếp hay có trợ động (servo operation).

Van điện từ tác động gián tiếp thường là loại van có đường kính trung bình và lớn (đến 200 mm). Thân van 1 thường làm bằng kim loại đúc nhưng cũng có thể bằng kết cấu hàn hoặc tiện có bố trí đế van liền thân van.

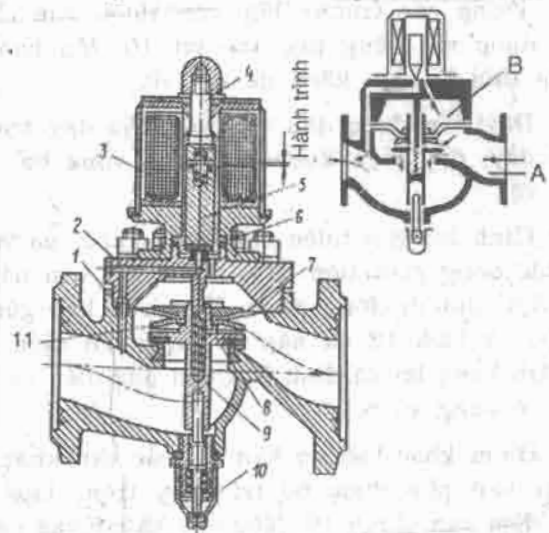
Phần van phụ của van điện từ có cấu tạo tương tự như van điện từ tác động trực tiếp (hình 8.1). Khác biệt cơ bản ở đây là cấu tạo của phần van chính hay clapê chính. Toàn bộ clapê chính gồm có màng van 7, tấm đệm lọc 11, clapê 8 lắp đặt trên một trục có thể chuyển động lên xuống để đóng mở nhờ một lò xo nén 9, vít điều chỉnh đồng thời là vít dẫn hướng 10.

Để có thể hiểu được sự hoạt động của van một cách dễ dàng, chúng ta quan sát hình 8.2b mô tả nguyên tắc cấu tạo và làm việc của van.

Màng cao su của van chính ngăn cách 2 khoang A và B của van. Môi chất có thể đi từ khoang A vào khoang B qua tấm đệm lọc 11 và màng 7. Kích thước của khe hở rất nhỏ (khoảng 0,3 mm) nên có thể ngăn được chất bẩn, tránh gây tắc van phụ. Trên tấm đệm lọc có lỗ nhỏ. Đường kính của lỗ nhỏ nhỏ hơn đường kính của van phụ. Trên ống lót của van chính có rãnh nhỏ. Như vậy chất lỏng đi vào khoang B qua khe vòng, qua lỗ trên tấm đệm lọc và đi vào rãnh trên ống lót của van chính.

Khi cuộn dây điện từ không có điện, van phụ đóng, môi chất đã đi vào khoang B thì không ra được. Do đó, trọng lượng của lượng nước trên màng và trọng lượng của bản thân cụm van chính cùng với lực lò xo sẽ giữ chặt clapê chính trên cửa thoát. Van chính đóng.

Khi cuộn dây được tiếp điện, van phụ mở ra, môi chất từ khoang B chảy qua lỗ nối thông với cửa ra của van. Áp suất trên màng van chính giảm xuống và do tác dụng



Hình 8.2. Van điện từ tác động gián tiếp (servo operation) :  
1 - thân sau ; 2 - nắp thân ; 3 - cuộn dây điện từ ;  
4 - lõi cố định ; 5 - lõi sắt động ; 6 - clapê van phụ bằng cao su ; 7 - màng cao su ; 8 - clapê van chính ;  
9 - lò xo ; 10 - vít điều chỉnh ; 11 - tấm đệm lọc.



của áp suất môi chất từ phía dưới lên màng thắng lực lò xo nên van chính mở ra cho dòng môi chất đi qua. Van chính mở.

Đặc điểm cấu tạo của van được đặc trưng bằng sự trễ đóng và mở. Sự trễ đóng và sự trễ mở cũng không bằng nhau. Sự trễ được đo bằng thời gian cần thiết để phân bố lại áp suất trong các khoang của van. Sự trễ này phụ thuộc vào kích thước của các khe và lỗ bố trí cho dòng môi chất đi qua, chế độ làm việc có thể dao động từ phần mười giây đến 10 + 15 giây.

Nói chung, sự trễ này xét về mặt thủy động là có lợi vì nó không gây ra các hiện tượng va đập thủy lực trong ống dẫn.

Trong các trường hợp cần thiết, van chính có thể được mở bằng tay nhờ vít 10. Mũ bảo vệ vít đồng thời là chìa khóa để mở vít.

Dây dẫn được đấu vào kẹp đầu dây trong hộp đầu dây, dây điện được luồn qua vòng bọc kín để bảo vệ.

Hình 8.3 giới thiệu một dạng khác của van điện từ tác động gián tiếp. Đặc điểm của van này là có đế van phụ di động được. Van này bao gồm thân van 1, 2 bích 12 và nắp 9, ống ngăn cách 4 được bịt kín bằng lõi cố định 5. Cuộn dây điện từ 7 được bảo vệ bằng vỏ 6.

Điểm khác biệt cơ bản với các van khác là cửa thoát van phụ được bố trí ngay trên clapê 3 của tấm đệm van chính 10. Nhờ vậy không cần các kênh dẫn môi chất công tác từ khoang trên của màng. Các lỗ chuẩn, liên hệ giữa các khoang đó được thực hiện ngay trên màng 8.

Khi không có điện trong cuộn dây điện từ van phụ đóng và van chính đóng. Khi tiếp điện cho cuộn dây điện từ, van phụ mở và van chính cũng mở theo tương tự như đã mô tả ở trên.

Để van hoạt động được bình thường, hành trình của lõi di động phải lớn hơn nhiều hành trình của clapê van chính, vì phải đảm bảo cả hành trình của van phụ khi đóng mở.

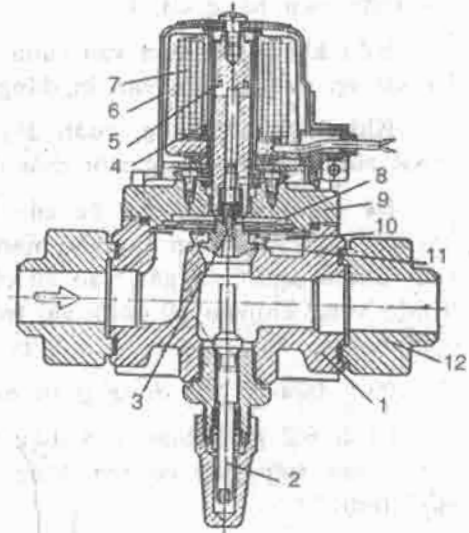
Vít 2 dùng để mở van bằng tay.

#### Van điện từ tác động phối hợp

Van điện từ tác động phối hợp được chế tạo với đường kính ống danh nghĩa từ 15 đến 20 mm (hình 8.4). Nguyên tắc làm việc phối hợp thường là đóng trực tiếp và mở là gián tiếp bằng áp suất đẩy lên màng dầy của áp suất đầu vào môi chất.

Nguyên tắc cấu tạo cũng giống như các van điện từ khác gồm thân van, nắp van, ống dẫn hướng không nhiễm từ, lõi cố định và di động, clapê van chính và phụ, cuộn dây điện từ.

Giống như van tác động gián tiếp, để mở van và giữ van ở trạng thái mở cần thiết phải có một hiệu áp tuy rất nhỏ. Hiệu áp của nhiều van do hãng Danfoss chế tạo chỉ yêu cầu hiệu áp cần thiết từ 0,05 đến 0,07 bar. Đối với các van tác động trực tiếp không cần hiệu áp, hay hiệu áp yêu cầu bằng 0.

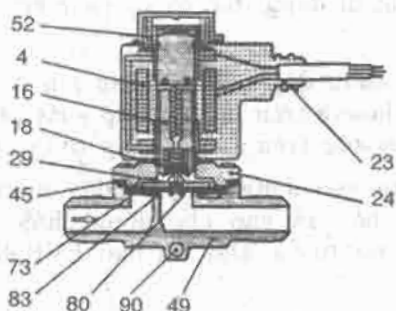


Hình 8.3. Van điện từ tác động gián tiếp có đế van phụ di động :

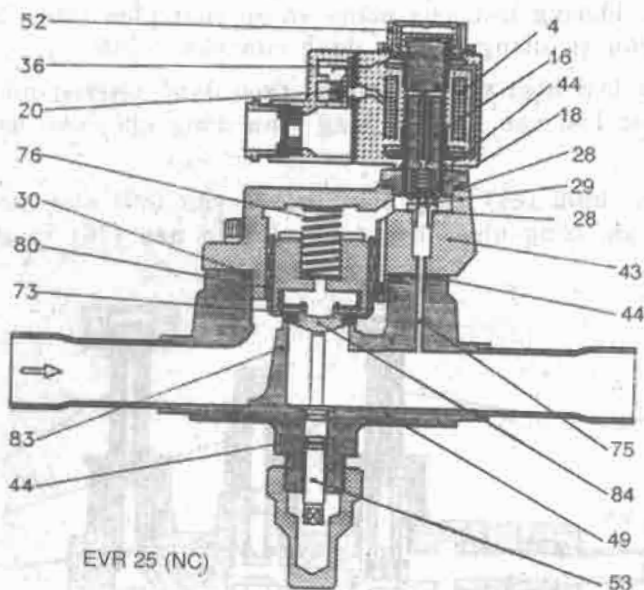
- 1 - thân van ; 2 - chốt mở van bằng tay ;
- 3 - cửa thoát van phụ đồng thời là clapê van chính ; 4 - ống dẫn hướng ; 5 - lõi cố định ; 6 - vỏ ; 7 - cuộn dây điện từ ;
- 8 - tấm đệm lọc ; 9 - nắp trên của van ;
- 10 - tấm đệm ; 11 - đế van chính ;
- 12 - bích nối.

Van điện tử tự động (servo operation) của Danfoss

Hình 8.4 giới thiệu van điện tử tự động (tác động gián tiếp) của Danfoss (EVR10) loại thường đóng, hình 8.5 (EVR25) thường đóng.



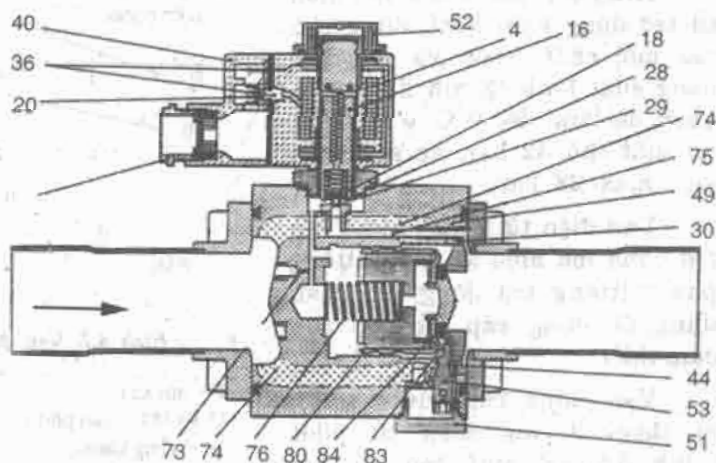
Hình 8.4. Van điện tử tự động EVR10 Danfoss



Hình 8.5. Van điện tử tự động EVR25 của Danfoss kiểu NC

- 4 - cuộn dây điện tử
- 16 - lõi động ;
- 18 - tấm van (clapê) van phụ ;
- 20 - đầu dây nối đất
- 24 - đầu nối mềm vào vỏ kim loại ;
- 28 - đệm kín
- 29 - cửa thoát van phụ ;
- 30 - đệm hình chữ O ;
- 36 - cọc tiếp điện theo DIN ;
- 37 - ổ cắm điện theo DIN 43650 ;
- 40 - mũ bảo vệ / ổ đầu dây ;
- 43 - nắp van ;
- 44 - đệm hình chữ O ;
- 45 - đệm kín nắp van ;
- 49 - thân van ;
- 50 - đệm kín ;
- 51 - ốc bịt kín ;
- 52 - ốc khóa nắp ;
- 53 - trục vít mở van bằng tay ;
- 73 - lỗ cân bằng ;
- 74 - kênh chảy chính ;
- 75 - kênh chảy phụ ;
- 76 - lỗ xả nén ;
- 80 - màng ngăn / pittông trợ động ;
- 83 - đế van ;
- 84 - tấm van (clapê) van chính ;
- 90 - lỗ bắt chặt khi lắp đặt van

Hình 8.6 giới thiệu van trợ động EVR 32 và 40 cũng của Danfoss nhưng cách bố trí clapê van chính theo kiểu nằm ngang. Nguyên lý hoạt động của các van này là hoàn toàn giống nhau. Van sử dụng cho các môi chất lạnh R22, 134a, 404a, 12, 502 cho lỏng, hơi hút, hơi đẩy, năng suất lạnh từ 11,2 kW đến khoảng 500 kW đường lỏng, 1,3 ÷ 57,0 kW đường hơi hút và 5,0 đến 231 kW đường hơi đẩy. Nhiệt độ làm việc từ -40°C đến +105°C, áp suất làm việc từ 0 ÷ 28 hoặc đến 35 bar, hiệu áp suất yêu cầu khi đóng và mở van là 0,05 đến 0,07 bar.



Hình 8.6. Van điện tử tự động EVR 32 và 40 của Danfoss kiểu thường đóng NC (chú thích xem hình 8.5).

Các van điện từ EVR 6 + 22 là loại tác động trợ động nhờ một màng co dãn (80). Cửa van phụ (lỗ pilot) 29 bằng thép không gỉ được bố trí ở giữa màng co dãn. Tấm (clapê) van phụ bằng teflon được gắn trực tiếp vào lõi động (16).

Khi cuộn dây không có điện, cửa van phụ và cửa van chính đều đóng. Tấm van được giữ ở trạng thái đóng nhờ vào trọng lực của lõi di động, lực lò xo và hiệu áp giữa cửa vào và cửa ra của van.

Khi tiếp điện cho cuộn dây, lực từ trường của cuộn dây hút lõi thép lên phía trên và cửa van phụ được mở ra. Môi chất thoát ra khỏi khoang trên làm cho áp suất phía trên màng (80) giảm xuống, vì cửa van phụ nối thông khoang trên và phía áp thấp của van.

Áp suất phía dưới màng là áp suất cao của đầu vào dòng chảy sẽ đẩy màng cùng với toàn bộ tấm van chính lên phía trên mở toàn bộ cửa van cho dòng chảy đi qua. Chính vì vậy, để mở van, cần thiết phải có hiệu áp tối thiểu. Đối với loại EVR 6 + 22, hiệu áp tối thiểu là 0,05 bar.

Khi ngắt dòng điện của cuộn dây, cửa thoát van phụ bị đóng, môi chất đi qua các lỗ cân bằng (73) trên màng co dãn vào khoang trên của màng và áp suất phía trên của màng dần dần cân bằng với khoang dưới và màng co dãn đóng cửa van chính.

Các loại van EVR 25, 32 và 40 là loại hoạt động trợ động theo dạng pittông pilot (đóng gián tiếp nhờ pittông). Đây là các loại van thường đóng (van đóng khi cuộn dây không có điện).

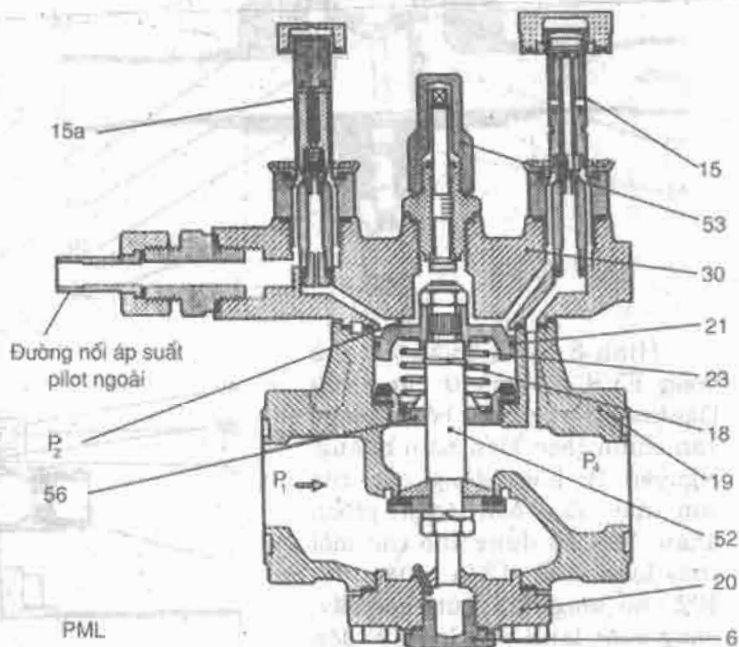
Pittông trợ động (80) với tấm van chính (84) đóng chặt lên đế van (83) nhờ hiệu áp suất giữa cửa ra và cửa vào của van, cũng như nhờ lực của lò xo nén (76) và có thể là trọng lực của pittông (EVR 25).

Khi tiếp điện cho cuộn dây điện tử, cửa van phụ mở (29). Cửa van phụ nối liền khoang trong của pittông với đường ra áp suất thấp nên áp suất khoang trong pittông giảm xuống nhanh chóng. Do hiệu suất, pittông mở tấm van hoàn toàn cho dòng môi chất chảy qua. Hiệu áp suất cần thiết để mở van là 0,07 bar.

Hình 8.7. giới thiệu van điện tử trợ động kiểu PML dùng cho các môi chất freon và amoniác năng suất lạnh  $Q_0$  tới 2227 kW, nhiệt độ làm việc  $0^{\circ}\text{C} \div +120^{\circ}\text{C}$ , áp suất thử 42 bar, áp suất làm việc max 28 bar.

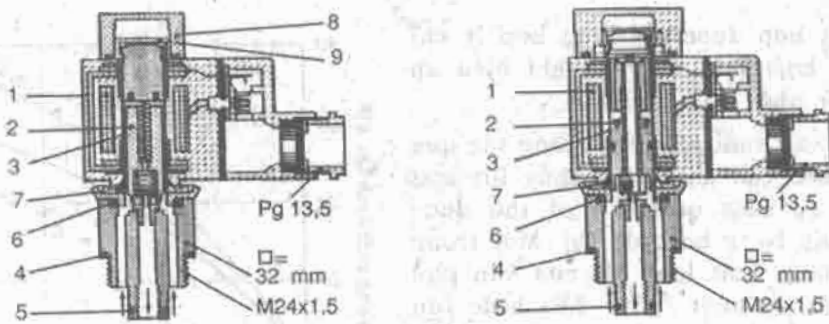
Van điện tử PML là loại van trợ động mà hiệu áp qua pittông phụ (pittông trợ động) được sử dụng để cung cấp lực mở van cần thiết.

Van chính cũng được trang bị thêm 2 van điện tử pilot (hình 8.8) và một ống nối với nguồn áp suất bên ngoài để điều khiển van.



Hình 8.7. Van điện tử trợ động PML của Danfoss;

- |                      |                           |
|----------------------|---------------------------|
| 1 - nút xả;          | 23 - lò xo nén;           |
| 15 và 15a - van phụ; | 30 - nắp;                 |
| 18 - vòng khóa;      | 52 - trục van;            |
| 19 - thân van;       | 53 - vít mở van bằng tay; |
| 20 - nắp đáy van;    | 56 - vòng.                |
| 21 - pittông;        |                           |



Hình 8.8. Các van điện từ phụ thường đóng EVM - NC  
và thường mở EVM - NO lắp trên đầu van PLM :

- 1 - cuộn dây điện từ ; 2 - lõi động ; 3 - ống dẫn hướng của lõi động ; 4 - đệm kin ;  
5 - vòng chữ O ; 6 - vòng đệm kin ; 7 - vòng đệm ; 8 - nắp trên ; 9 - nút khóa.

Đường áp suất pilot ngoài phải được nối vào hệ thống áp suất  $p_2$ , áp suất này phải lớn hơn áp suất  $p_1$  của van ít nhất là 1 bar.

Van PML phải được giữ ở vị trí mở khi các van điện từ pilot (phụ) EVM, 90a và 90b được nối với nguồn điện. Van PML sẽ ở vị trí đóng khi van điện từ pilot EVM, 90a và 90b được ngắt điện.

Van EVM, 90b nối thông và làm giảm áp suất pittông trợ động ra phía áp suất thấp đầu ra của van.

Do van PML sử dụng áp suất pilot bên ngoài nên có thể mở van ngay cả khi áp suất dòng chảy bằng 0. Chính vì vậy van PML rất phù hợp cho đường hút đặc biệt ở nhiệt độ và áp suất bay hơi rất thấp.

Khi van mở, pittông trợ động sẽ tỳ lên vành teflon làm kín khoang trong làm cho môi chất không thể chuyển động từ phía áp suất pilot sang phía dòng chảy môi chất.

Nếu thí dụ sử dụng áp suất ngưng tụ làm áp suất ngoài điều khiển van thì hệ thống áp suất ở van chính không bị tác động rò rỉ hơi nóng cần tránh.

Cần lưu ý là không thể sử dụng van PM3 có hình dáng giống PML kết hợp với hai van EVM để thay thế chức năng của PML vì chúng có kết cấu khác nhau và có chức năng khác nhau.

So sánh các dạng van điện từ giới thiệu ở trên ta có nhận xét sau đây :

- Cơ cấu tác động trực tiếp chỉ sử dụng cho các van nhỏ vì khi tăng đường kính van, kích cỡ cuộn dây điện từ tăng lên rất nhiều.

- Cơ cấu tác động gián tiếp với đế van phụ bất động kinh tế hơn. Trong trường hợp này, kích cỡ cuộn dây điện từ hầu như không phụ thuộc vào cửa thoát của van phụ mà cửa thoát của van phụ thì không thay đổi với các van có đường kính khác nhau.

Trong các van có đế van phụ bất động thì hành trình của lõi không vượt quá 2 mm. Đây là ưu điểm quan trọng của kết cấu này, vì lực hút của nam châm điện gần như tỷ lệ nghịch với bình phương khe hở giữa lõi bất động và lõi di động.

Nhược điểm của kết cấu là sự phức tạp của việc gia công các kênh trong thân van và nắp van. Khó khăn phức tạp càng tăng khi kích cỡ van càng nhỏ. Vì vậy các van có đường kính nhỏ hơn hoặc bằng 20mm thường dùng kết cấu với đế van phụ di động.

- Với cùng điều kiện giống nhau, nam châm điện sử dụng cho van với đế van phụ di động cần mạnh hơn nam châm điện dùng cho van với đế phụ cố định, vì hành trình của lõi bằng hành trình mở van chính.

- Cơ cấu kết hợp được sử dụng hợp lý chỉ trong các trường hợp phải mở van khi hiệu áp suất lúc đóng gần như giảm tới 0.

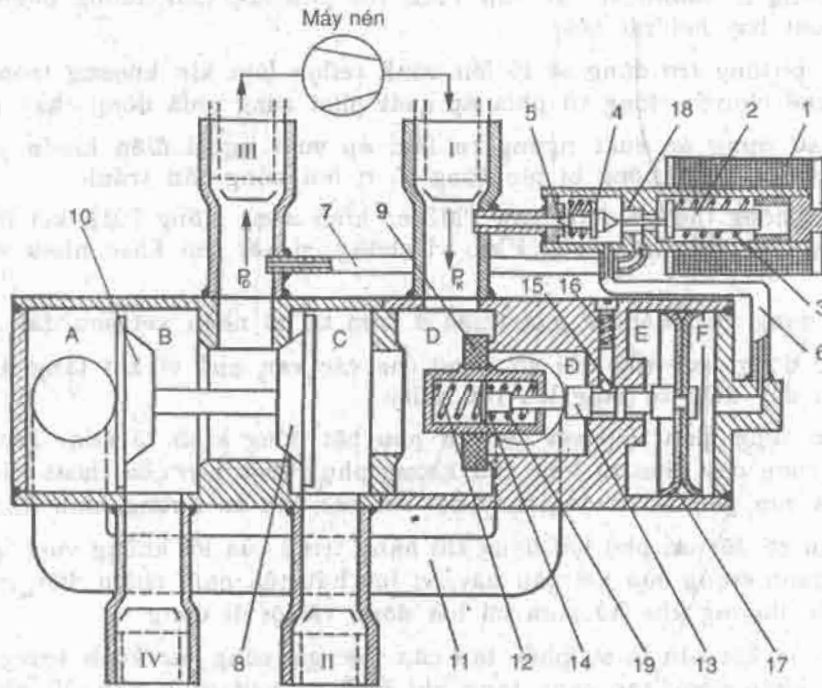
- Về tổn thất áp suất môi chất công tác qua van có thể xét theo các đặc điểm thủy lực của chúng. Tổn thất áp suất qua van có thể được biểu diễn dưới dạng bảng hoặc đồ thị. Một trong khả năng đó là năng suất lạnh  $Q_0$  của van phụ thuộc vào tổn thất áp suất (hình 8.9) hoặc lưu lượng của van phụ thuộc tổn thất áp suất.

Khi chọn van điện từ cần nắm được các đặc tính kỹ thuật cơ bản của van như : ký hiệu, đường kính danh nghĩa, cơ cấu tác động, môi chất làm việc, điện áp, công suất cuộn dây, áp suất làm việc tối đa, hiệu áp đóng mở yêu cầu, phạm vi nhiệt độ làm việc, năng suất lạnh của van...

### 8.1.1.2. Van điện từ chuyển dòng 4 ngã

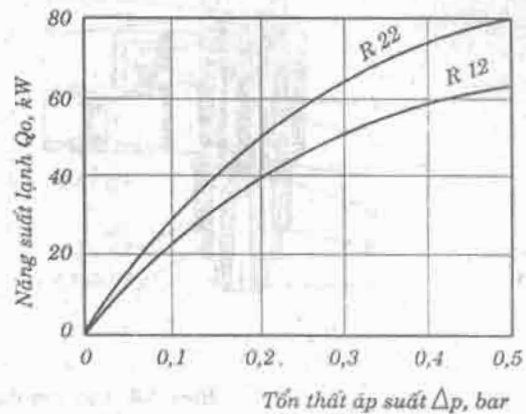
Van điện từ chuyển dòng 4 ngã được sử dụng chủ yếu trong các hệ thống lạnh. 2 chiều nóng lạnh đặc biệt dùng trong các hệ thống điều hòa không khí, máy điều hòa hai chiều nóng lạnh. Trong các hệ thống lạnh còn dùng để phá băng trên các dàn bay hơi.

Hình 8.10. giới thiệu van điện từ 4 ngã của Nga ký hiệu APR. Ở chế độ làm lạnh, hơi từ dàn bay hơi về đường IV qua III để về máy nén. Hơi nóng từ máy nén vào đường I qua II vào dàn ngưng.



Hình 8.10. Van điện từ chuyển dòng 4 ngã APR :

- 1 - cuộn dây điện từ ; 2 - lõi di động ; 3 - lò xo ; 4 - kim van ; 5 - đế van phụ ; 6,7 - ống nối ; 8,9 - tấm van ; 10 - tấm van cố định với 8 ; 11 - ống nối ; 12 - lò xo ; 13 - thanh đẩy định hướng ; 14 - vai trục ; 15 - bi ; 16 - chốt hãm ; 17 - pittông ; 18 - đế van phải của van phụ ; 19 - lò xo nén.



Hình 8.9. Đặc tính tổn thất áp suất của một van điện từ.

Ở chế độ bơm nhiệt, dàn bay hơi thành dàn ngưng tụ và ngược lại, dàn ngưng tụ thành dàn bay hơi. Hơi nóng đi từ I vào khoang D sang D qua 11 sang A để vào IV, còn hơi hút từ II về III để về máy nén.

Hoạt động của van điện từ như sau :

- Khi cuộn dây điện từ không có điện, van làm việc ở chế độ làm lạnh.
- Khi cuộn dây điện từ có điện, van làm việc ở chế độ bơm nhiệt.

Khi cuộn dây điện từ không có điện, kim van 4 đóng trên đế van phụ 5. Ống nối 6 và 7 được cân bằng và có áp suất hút  $p_0$ . Lúc này các khoang A, B, D, E và F đều có áp suất hút (khoang A và B cân bằng do có khe hở trên tấm van 10 và thân van, A và D cân bằng do ống nối 11 ; D và E do khe hở ở thanh đẩy định hướng 13 ; B và F do đường nối 6,7 qua van phụ với đường hút). Còn trong khoang C và D có áp suất nén  $p_k$  của máy nén.

Chênh lệch giữa áp suất hút và nén tạo nên lực tác động ép chặt tấm van 8 sang trái và tấm van 9 sang phải giữ kín các bề mặt tiếp xúc này. Hơi nén đi từ I đến II, hơi hút từ IV về III thực hiện chế độ làm lạnh.

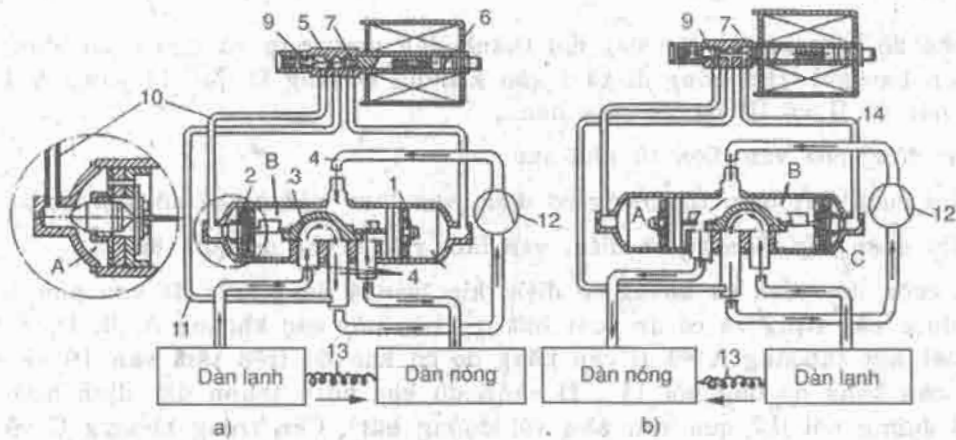
Khi cuộn dây điện từ được tiếp điện, kim van 4 mở trên đế 5 nhưng đóng trên đế 18 bịt kín lỗ thông giữa 7 và 6 mà nối thông 6 với đường đẩy của máy nén. Khoang F sẽ có áp suất cao  $p_k$ , pittông 17 dịch chuyển về phía trái mở thông khoang D và D. Dưới tác dụng của lò xo nén 12, tấm van 9 đột ngột đóng kín lên đế van tương ứng ở bên trái. Khi đó pittông 17 cũng ngừng chuyển động. Qua ống nối 11 khoang D thông với A và áp suất cao  $p_k$  sẽ đẩy tấm van 10 (đồng thời tấm van 8) về phía phải và đóng kín lên đế van tương ứng. Bây giờ các khoang A, B, D, D, E, F có áp suất cao  $p_k$  còn khoang C có áp suất thấp  $p_0$ . Dòng môi chất bị đổi hướng : dòng hơi nén có áp suất  $p_k$  từ I sang IV còn dòng hơi hút từ II về III. Máy lạnh làm việc ở chế độ bơm nhiệt.

Khi ngắt điện của cuộn dây điện từ, kim van 4 lại đóng lên đế 5, đường 6,7 lại thông với khoang hút. Áp suất ở khoang F giảm xuống nhanh chóng. Pittông 17 lại chuyển dịch sang phải, tấm van 9 đóng kín lên đế phải. Áp suất từ khoang D tràn sang C đẩy tấm van 8 sang trái, chuyển đổi dòng chảy về chế độ làm lạnh như cũ.

Những đặc tính kỹ thuật của 3 loại van 4 ngã APR :

- |  |                    |
|--|--------------------|
| - Đường kính danh nghĩa APR-15, -25, -32                                   | 15, 25 và 32 mm    |
| - Môi chất công tác  | R12, R22           |
| - Áp suất làm việc tối đa  | 23,5 bar           |
| - Nhiệt độ làm việc  | -30 + +120°C       |
| - Chênh lệch áp suất tối thiểu cho van hoạt động bình thường               | 2,45 bar           |
| - Tổn thất áp suất hơi hút ở $t_0 \approx -30^\circ\text{C}$ không lớn hơn | 0,029 bar          |
| - Điện áp cho cuộn dây điện từ : dòng 1 chiều 12V, xoay chiều 50Hz : 220V  |                    |
| - Công suất cuộn dây   | 15W                |
| - Tuổi thọ không nhỏ hơn   | 10.000 lần đóng mở |
| - Khối lượng APR15 : 1,8 kg ; APR25 : 2,8 kg ; APR32 : 3,5 kg              |                    |

Hình 8.11 giới thiệu van điện từ chuyển dòng 4 ngã của hãng Ranco (Mỹ). Van được sử dụng rộng rãi trong các máy điều hòa không khí 2 chiều, các máy lạnh và bơm nhiệt kết hợp, môi chất freon. Nguyên tắc làm việc giống như van APR là khi van điện từ không có điện, máy làm việc ở chế độ làm lạnh. Khi van điện từ có điện máy làm việc theo chế độ bơm nhiệt.



Hình 8.11. Van điện tử chuyển dòng 4 ngã tác động gián tiếp của hãng Ranco (Mỹ) :

- 1 - thân van chính (hình trụ) ; 2 - pittông ; 3 - cơ cấu chuyển dòng chảy (đảo chiều) ; 4 - ống đẩy ;  
 5 - van điện tử điều khiển (van phụ) ; 6 - lõi sắt di động ; 7 - kim van ; 8 - lò xo ;  
 9 - kim van thứ 2 ; 10 - ống nối tín hiệu áp suất điều khiển ; 11 - đường nối với ống hút ;  
 12 - máy nén ; 13 - ống mao tiết lưu ; 14 - ống nối tín hiệu áp suất điều khiển.

Khi van điện tử không có điện, kim van phụ 7 đóng, kim van 9 mở nên ống nối 14 bị cô lập còn ống 10 và 11 được nối thông. Khoảng A của van chính có áp suất thấp  $p_0$  trong khi đó khoảng B có áp suất nén  $p_k$  nên pittông từ từ chuyển động từ phải sang trái. Do trên pittông có các lỗ cân bằng rất nhỏ nên áp suất ở khoảng C tăng lên. Khi pittông chuyển động hết hành trình, do lực hút ở ống 10 và lực đẩy ở khoảng B nên kim van đóng kín cửa thoát hơi vào đường 10. Hơi từ máy nén đi vào dàn nóng, qua van tiết lưu sang dàn lạnh về máy nén. Máy làm việc ở chế độ làm lạnh.

Khi van điện tử được tiếp điện, kim van 7 mở, kim van 9 đóng, ống 10 bị chặn còn ống 11 và 14 thông với nhau, khoảng C có áp suất bay hơi và pittông van chính lại dịch chuyển sang phải đổi hướng dòng chảy và chức năng làm việc của 2 dàn trao đổi nhiệt. Máy lạnh làm việc ở chế độ bơm nhiệt.

### 8.1.2. Van thừa hành pilot (van chủ)

Van thừa hành pilot gọi tắt là van chủ được sử dụng kết hợp với một van điều khiển khác để thực hiện nhiều chức năng trong việc tự động hóa hệ thống lạnh như giữ áp suất và nhiệt độ ngưng tụ không đổi, áp suất và nhiệt độ bay hơi không đổi, điều chỉnh năng suất lạnh...

Van thừa hành pilot (van chủ) được giới thiệu trên hình 8.12.

Van chủ gồm thân van 1 với 2 nắp 4 và 11. Trong thân có bố trí một xilanh dẫn hướng 13, bên trong có pittông 14 di động lên xuống. Trên tâm pittông có gắn thanh dầy 7 để mở tấm van 12. Khoảng trên pittông liên hệ với ống dẫn 15 qua bộ lọc 2.

Khi đóng, tấm van 12 ép lên để van nhờ sức ép của lò xo 10 đồng thời áp suất  $p_1$  của môi chất phía áp cao.

Khi mở, van pilot trên ống dẫn 15 mở, môi chất có áp suất  $p_1$  đi vào khoang trên pittông 14 đẩy pittông dịch chuyển xuống phía dưới, thanh dầy 7 sẽ đẩy tấm van 12 xuống phía dưới để mở cửa thoát cho môi chất đi qua.

Khi đóng van pilot trên đường ống dẫn 15, toàn bộ môi chất trên đầu pittông đi qua lỗ 5 xuống khoang dưới do lực đẩy của lò xo 10. Van chính từ từ đóng lại. Khoảng trên pittông lại có áp suất ra  $p_2$ .

Vít 3 dùng để mở van bằng tay

Ở trạng thái đóng, tấm van ép vào để van một lực :

$$P_d = (p_1 - p_2)F_v + P_{lx}$$

trong đó :

- $P_d$  - áp lực đóng van, N ;
- $p_1$  - áp suất vào của môi chất.  $N/m^2$  ;
- $p_2$  - áp suất ra của môi chất.  $N/m^2$  ;
- $F_v$  - diện tích của tấm van,  $m^2$  ;
- $P_{lx}$  - áp lực nén của lò xo, N.

Nếu van pilot mở thì áp suất pilot trên đầu pittông  $p_{pl}$  tăng lên và bằng :

$$P_{pl} = P_2 + \Delta p_p$$

trong đó :  $\Delta p_p$  - tổn thất áp suất qua pittông

Từ phía trên pittông có một lực tác động đẩy thanh dây xuống như sau :

$$P_p = \Delta p_p F_p$$

trong đó :  $F_p$  - diện tích bề mặt pittông

Pittông bắt đầu mở van khi  $P_p > P_d$

Pittông hoàn mở van khi :

$$P_p = P'_d + P_{lx} + k.\lambda$$

trong đó :

- $P'_d$  - áp lực tác động lên tấm van ở trạng thái mở ;
- $k$  - độ cứng của lò xo ;
- $\lambda$  - hành trình của tấm van.

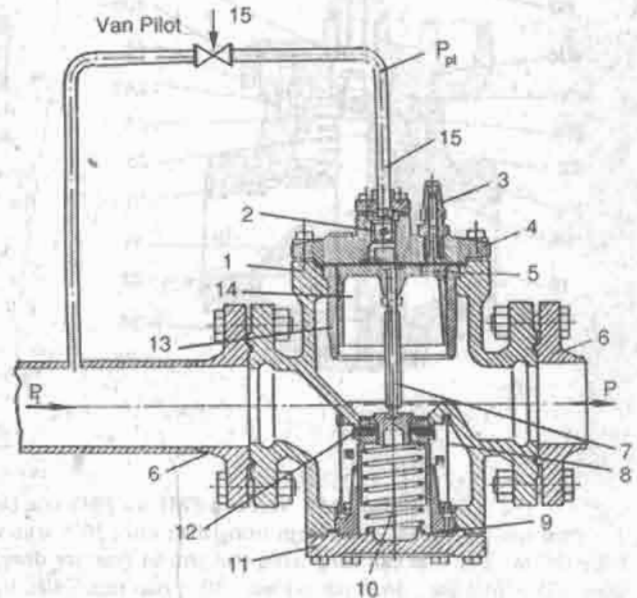
Hình 8.13. Giới thiệu van chủ PM1 và PM3 của nhiều loại van chủ như PM1, PM3, PMC1, PMC3 của Danfoss, trong đó mỗi van chủ khi lắp với các van pilot khác nhau sẽ đảm bảo những chức năng khác nhau.

Van chủ PM (PM3 và PM1) kết hợp với các van pilot (van lái hoặc van điều khiển) có chức năng điều biến hoặc điều chỉnh theo kiểu ON/OFF dòng môi chất tương ứng với xung lực của van pilot. Độ mở của van PM được quyết định bởi hiệu áp suất giữa áp suất  $p_2$ , tác động lên đầu pittông trợ động 24 và áp suất  $p_3$  tác động phía dưới pittông trợ động.

Nếu hiệu áp suất đó bằng 0 thì tấm van 11 hoàn toàn đóng.

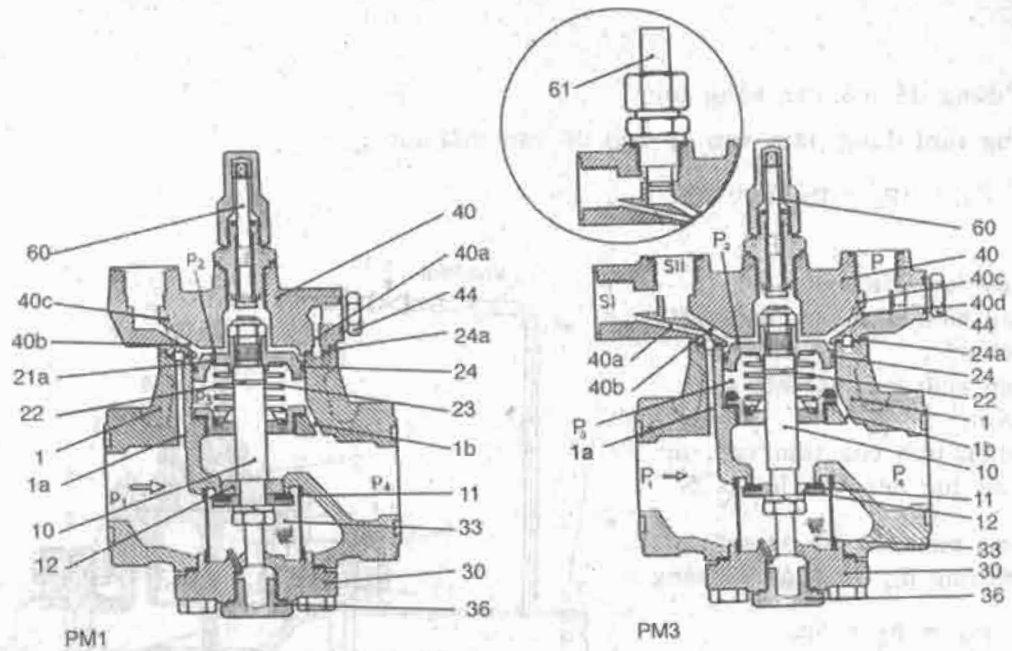
Nếu hiệu áp suất đó đạt 0,2 bar hoặc cao hơn thì van mở hoàn toàn.

Với hiệu áp từ 0,07 ÷ 0,2 bar, độ mở của van tỷ lệ với  $\Delta p$  tương ứng. Hình dáng logarit của tấm van còn tiết lưu cho phép thực hiện một sự điều chỉnh lý tưởng đối với van trợ động.



Hình 8.12. Van thừa hành pilot, van lái với van chủ: 1 - thân van ; 2 - bộ lọc ; 3 - vít mở van bằng tay ; 4 - nắp trên ; 5 - lỗ cân bằng ; 6 - bích nối ; 7 - thanh dây ; 8 - ống lưới lọc ; 9 - ống dẫn hướng ; 10 - lò xo ; 11 - nắp dưới ; 12 - tấm van ; 13 - xilanh ; 14 - pittông ; 15 - van pilot.





Hình 8.13. Van chủ PM1 và PM3 của Danfoss :

1 - thân sau ; 1a và 1b - các kênh trong thân van ; 10 - trục van ; 11 - tấm van hình côn để tiết lưu ; 12 - tấm van bằng teflon ; 21a - lỗ cân bằng trong van phụ 24 (van trợ động) ; 22 - vòng khóa ; 24 - pittông trợ động ; 30 - nắp dưới ; 33 - lưới lọc ; 36 - nút bịt kín ; 40 - nắp trên ; 40a, b, c và d các kênh dẫn trong nắp trên 40 ; 44 - đường nối áp kế ; 60 - trục vít mở van bằng tay ; 61 - đường nối pilot bên ngoài ; SI, SII. Các đường nối van pilot mắc nối tiếp ; P - đường nối van pilot theo kiểu mắc song song.

Do kênh 1b bố trí trên thân van nên phía dưới pittông trợ động 24 có áp suất  $p_3$  bằng áp suất đầu ra của van  $p_4$ .

Độ mở của van được điều chỉnh bằng việc thay đổi áp suất  $p_2$  trên đầu của pittông trợ động. Áp suất này bằng hoặc lớn hơn áp suất xả  $p_4$  :

$$p_2 = p_4 : \text{đóng}$$

$$p_2 = p_4 + 0,2 \text{ bar} : \text{mở hoàn toàn}$$

$$p_4 \leq p_2 \leq p_4 + 0,2 \text{ bar} : \text{mở tỷ lệ thuận tương ứng hiệu áp.}$$

Áp suất  $p_{2max}$  có thể tác động lên đầu pittông thường tương ứng với áp suất đầu vào  $p_1$ . Áp suất  $p_1$  được dẫn vào đầu pittông trợ động qua các kênh hoặc lỗ khoan bố trí trên nắp và thân van (1a, 40a, 40b, 40c, 40d) cũng như qua các van pilot lắp đặt trên nắp van. Độ mở của các van pilot xác định giá trị lớn hay nhỏ của áp suất  $p_2$  và qua đó xác định giá trị lớn hay nhỏ của áp suất  $p_2$  và qua đó xác định độ mở của van chủ, nghĩa là lỗ cân bằng (21a) trên pittông trợ động (24) đảm bảo áp suất  $p_2$  là cân bằng với độ mở của van pilot.

Lưu ý, khi van chủ kiểu PM3 được sử dụng với một van pilot bên ngoài (61) thì áp suất pilot bên trong được đóng kín.

Van chủ PM1 có thể lắp được một van pilot bằng cách vặn lên đầu nối ren. Độ mở của van chủ sẽ tương ứng với xung lực điều chỉnh từ van pilot. Van chủ PM1 đóng hoàn toàn khi van pilot đóng hoàn toàn, van chủ mở hoàn toàn khi van pilot mở hoàn toàn. Khi van pilot mở một phần thì van chủ cũng mở một phần tương ứng.

Van chủ PM3 có thể lắp được 1, 2 hoặc 3 van pilot và cũng có thể đạt được 1,2 hoặc 3 chức năng điều chỉnh. Quan hệ giữa các chức năng của các van pilot lắp vào van chủ như sau :

A - Các van pilot lắp vào các lỗ chờ SI và SII là theo cách nối tiếp. Van chủ PM3 đóng hoàn toàn nếu một trong 2 van pilot đóng. Van chủ PM3 chỉ mở hoàn toàn khi cả 2 van pilot đồng thời mở hoàn toàn.

B - Van pilot lắp trên lỗ chờ P là được mắc song song với các van pilot lắp trên SI và SII.

Van chủ PM3 sẽ mở hoàn toàn nếu van pilot trên P mở hoàn toàn, không phụ thuộc vào độ mở của các van pilot lắp trên SI và SII.

Van chủ PM3 sẽ đóng hoàn toàn nếu van pilot trên P đóng và ít nhất có một trong 2 van trên SI và SII đóng hoàn toàn đồng thời.

Nếu van chủ PM3 không sử dụng cả 3 van pilot thì lỗ chờ nào không có van phải được nút kín bằng nút khóa chuyên dụng. Nếu chỉ dùng nút khóa kiểu A, kênh phía dưới lỗ chờ là mở còn nếu dùng nút khóa kiểu A + B, kênh phía dưới lỗ chờ ở trạng thái đóng.

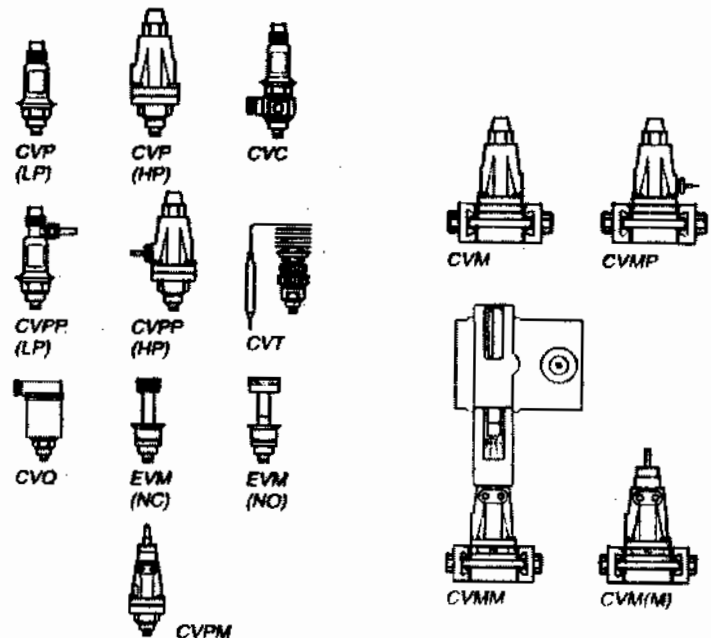
Nếu độ mở của van chủ không phải là chức năng của áp suất dòng môi chất vào van hoặc số chức năng điều chỉnh độ mở van cần lớn hơn 3 thì các lỗ chờ SI, SII hoặc P có thể được lắp thêm một ống nối để lắp thêm một van áp suất pilot ngoài. Có thể áp dụng cho cả PM1 và PM3.

Áp suất  $p_2$  ở trên đầu pittông sẽ được xác định qua áp suất của van pilot ngoài. Các van pilot ngoài sẽ quyết định chức năng của van chủ. Các van pilot có thể được sử dụng theo cách bố trí như vậy, nhưng mỗi van pilot cần được lắp đặt riêng trên mỗi thân van.

Phụ thuộc vào chức năng của các van pilot, đặc tính điều chỉnh của van chủ PM có thể sẽ là :

- hai vị trí ON/OFF
- tỷ lệ
- tích phân hoặc
- ghép tầng.

Chính vì vậy, các van điều chỉnh PM đặc biệt thích hợp cho tất cả các dạng điều chỉnh áp suất và nhiệt độ. Hình 8.14 giới thiệu một số van pilot lắp đặt trên van chủ PM bằng cách lắp trực tiếp lên các lỗ chờ SI, SII, P hoặc lắp bên ngoài qua ống nối. Các ứng dụng cụ thể sẽ được trình bày trong các chương sau.



Hình 8.14. Các loại van pilot cho van chủ PM

lắp trực tiếp lên SI, SII và P :

CVP (LP) van pilot khống chế áp suất thấp  $-0,66 \pm 2$  bar và  $0 \pm 7$  bar  
 CVP (HP) van pilot khống chế áp suất cao  $4 \pm 22$  bar và  $4 \pm 28$  bar  
 CVC van pilot khống chế áp suất với ống nối bên ngoài  $-0,45 \pm 7$  bar  
 CVPP (LP) van pilot khống chế hiệu áp thấp  $\Delta p = 0 \pm 7$  bar  $p \leq 17$  bar  
 CVPP (HP) van pilot khống chế hiệu áp cao  $\Delta p = 0 \pm 7$  bar  $p \leq 28$  bar  
 CVT van pilot điều chỉnh nhiệt độ  $p \leq 22$  bar  $t = -40 \pm 0^\circ\text{C}$  ;  $-10 \pm 25^\circ\text{C}$   
 và  $-20 \pm 60^\circ\text{C}$

CVQ van pilot điều chỉnh điện tử  $0 \pm 6$  bar ;  $1,7 \pm 8$  bar

Thân van điện tử EVM thường đóng (NC) và thường mở (NO)

CVPM van pilot điều chỉnh bằng mô tơ  $-0,66 \pm 7$  bar

Các loại van pilot lắp bên ngoài (nối với thân van qua đường ống)

CVM van pilot điều chỉnh áp suất thấp  $-0,66 \pm 7$  bar

CVMP van pilot điều chỉnh hiệu áp  $0 \pm 7$  bar

CVMM van điều chỉnh bằng mô tơ  $-0,66 \pm 7$  bar

CVM(M) van điều chỉnh bằng mô tơ nhưng chưa có mô tơ  $-0,66 \pm 7$  bar.

## 8.2. CÁC CƠ CẤU THỪA HÀNH

### 8.2.1. Các cơ cấu thừa hành có mô tơ điện

Các cơ cấu thừa hành có mô tơ điện là các thiết bị nhằm biến đổi tín hiệu điều chỉnh thành sự dịch chuyển cơ học của cơ quan điều chỉnh.

Theo dạng của sự chuyển dịch cơ học có thể chia ra cơ cấu có chuyển động quay và cơ cấu có chuyển động tịnh tiến. Cơ cấu có chuyển động quay có thể quay một vòng ( $360^\circ$ ) hay quay nhiều vòng (lớn hơn  $360^\circ$ ).

Theo sơ đồ mạch điện, cơ cấu thừa hành có thể dùng cho sự điều khiển có tiếp điểm hoặc không có tiếp điểm. Các cơ cấu điều hành có tiếp điểm điều khiển được tiếp điện qua các tiếp điểm đảo chiều hoặc rơle trung gian. Các cơ cấu điều hành không có tiếp điểm điều khiển được sử dụng với các bộ khuếch đại điện tử hoặc điện tử.

Trong thời gian gần đây các thiết bị điều chỉnh điện tử đã phát triển rất nhanh chóng và đa dạng như :

- Van tiết lưu điện tử
- Van khống chế nhiệt độ điện tử
- Van khống chế mức lỏng điện tử ...

nên các loại van đóng mở bằng mô tơ điện ít được sử dụng trong các hệ thống lạnh.

Các loại van điện tử sẽ được giới thiệu kỹ hơn trong các phần sau : van tiết lưu điện tử, bộ khống chế mức lỏng điện tử và van khống chế nhiệt độ điện tử.

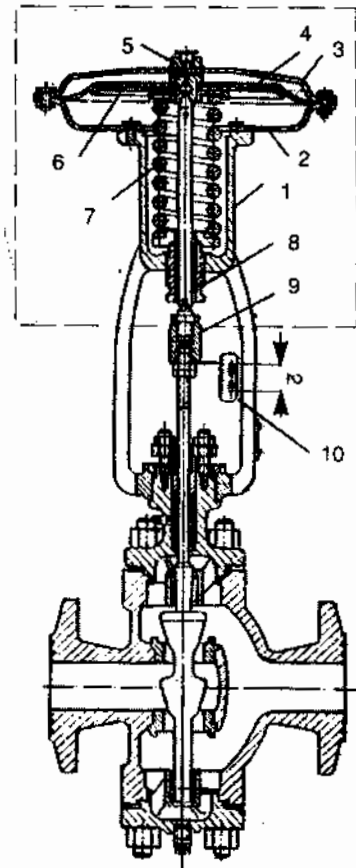
### 8.2.2. Các cơ cấu thừa hành điều khiển bằng khí nén

Các cơ cấu thừa hành điều khiển bằng khí nén biến tín hiệu khí nén thành sự dịch chuyển cơ khí của cơ cấu điều khiển. Thường chúng được chuyển thành sự chuyển động tịnh tiến của các thành dầy.

Theo dạng của phần tử cảm biến có thể phân ra các cơ cấu thừa hành dạng màng và dạng pittông.

Hình 8.15 giới thiệu một van điều chỉnh cửa thoát môi chất tỷ lệ với áp suất khí nén đưa vào cơ cấu điều chỉnh kiểu màng. Cơ cấu thừa hành dùng khí nén kiểu màng M gồm thân 1, hộp màng 2 và 3, màng cao su 4, tấm đỡ màng 6, lò xo 7, thanh truyền 8 và đầu nối 9. Màng 4 chia hộp màng thành hai khoang kín. Khoang trên có ống nối 5 để nối với nguồn khí nén điều khiển hoặc thiết bị điều khiển từ xa. Thanh truyền 8 đầu trên tì vào tấm đỡ màng 6 và đầu dưới nối với đầu nối 9. Khi áp suất khí nén đưa vào tác động lên màng cao su, màng dãn nở xuống phía dưới, đẩy thanh nối xuống phía dưới và van đóng lại. Khi xả khí nén khỏi ngăn trên, màng sẽ bị lò xo nén đẩy lên phía trên và van mở. Kiểu van này có thể gọi là kiểu thường mở : khi không có khí nén van ở trạng thái mở và khi có mặt khí nén van ở trạng thái đóng. Bằng cách điều chỉnh áp suất khí nén có thể điều chỉnh độ đóng mở của van theo tỷ lệ.

Độ đóng mở của van có thể quan sát trực tiếp trên vạch chia 10. Khi bố trí tay cầm trên đầu nối 9, có thể điều chỉnh độ mở của van bằng tay. Khoảng chạy l biểu diễn trên hình là hành trình của van hoặc hành trình thanh truyền mà màng cao su có thể thực hiện được. Hành trình này có thể đạt tới  $10 + 60$  mm.



Hình 8.15. Cơ cấu thừa hành dùng khí nén kiểu màng M để điều chỉnh cửa thoát của van :  
1 - thân ; 2 - nắp dưới hộp màng ;  
3 - nắp trên hộp màng ; 4 - màng cao su ;  
5 - ống nối khí nén điều khiển ;  
6 - tấm đỡ màng ; 7 - lò xo ; 8 - thanh truyền ;  
9 - đầu nối ; 10 - vạch chia.

## CHƯƠNG 9

# CÁC DỤNG CỤ TỰ ĐỘNG ĐIỀU CHỈNH BÁO HIỆU, BẢO VỆ ÁP SUẤT VÀ HIỆU ÁP SUẤT

Có thể phân các dụng cụ tự động điều chỉnh, báo hiệu, bảo vệ áp suất và hiệu áp suất làm 2 nhóm cơ bản : nhóm điều chỉnh 2 vị trí và nhóm điều chỉnh liên tục. Nhóm điều chỉnh 2 vị trí còn gọi là nhóm điều chỉnh theo đặc tính rơle.

Dụng cụ có đặc tính rơle được sử dụng để báo hiệu, bảo vệ và điều chỉnh 2 vị trí.

Các dụng cụ tự động điều chỉnh áp suất bao gồm các phần tử cần thiết để điều chỉnh áp suất liên tục được sử dụng trong các hệ thống điều chỉnh áp suất của các môi chất lỏng hoặc khí.

Cả 2 nhóm trên đều sử dụng các phần tử cảm biến đàn hồi kiểu hộp xếp và kiểu màng.

### 9.1. CÁC PHẦN TỬ CẢM BIẾN ĐÀN HỒI

Các phần tử cảm biến đàn hồi biến sự thay đổi áp suất hay sự chênh lệch của áp suất môi trường làm việc thành sự dịch chuyển cơ học. Các phần tử cảm biến đàn hồi không những được sử dụng trong các dụng cụ điều chỉnh, báo hiệu bảo vệ áp suất và cả trong các dụng cụ điều chỉnh, báo hiệu, bảo vệ nhiệt độ.

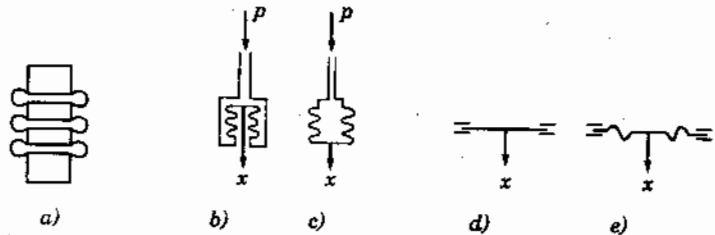
Các phần tử cảm biến đàn hồi cũng được chia làm 2 loại theo cấu tạo là hộp xếp (hay xiphông) và màng đàn hồi.

Hình 9.1 giới thiệu nguyên tắc cấu tạo của hộp xếp và màng đàn hồi.

Hộp xếp đàn hồi (hình 9.1a) là một ống mỏng có bề mặt hình sóng như lò xo, có khả năng đàn hồi rất lớn, biến tín hiệu áp suất và sự thay đổi áp suất ra sự dịch chuyển cơ học : hộp xếp có thể co vào và dãn ra rất nhiều khi áp suất thay đổi. Hộp xếp có 2 dạng một đáy và hai đáy.

Hộp xếp (hình 9.1b) là dạng có 1 đáy, hộp sẽ bị nén khi có áp suất tác động. Hộp xếp (hình 9.1c) là dạng có 2 đáy, hộp sẽ bị kéo dãn khi có áp suất tác động.

Các hộp xếp được phân biệt bằng sự phụ thuộc tuyến tính



Hình 9.1. Các phần tử cảm biến đàn hồi:

- ống mỏng có vỏ hình sóng ;
- hộp xếp một đáy ;
- hộp xếp hai đáy ;
- màng phẳng đơn giản ;
- màng lượn sóng.

tương đối của sự biến dạng do áp suất trong phạm vi biến đổi rộng. Độ dẫn nở của hộp xếp do độ chênh lệch áp suất trong ngoài hộp xếp có thể xác định theo quan hệ :

$$x = \frac{(P_1 - P_2) F_{eff}}{k_c}$$

trong đó :

- x - độ dẫn nở của hộp xếp, m ;
- $P_1, P_2$  - áp suất trong và ngoài hộp xếp, Pa hay  $N/m^2$  ;
- $F_{eff}$  - diện tích hiệu dụng của hộp xếp,  $m^2$  ;
- $k_c$  - độ cứng của hộp xếp ;

Các hộp xếp được chế tạo từ các hợp kim đồng như đồng thau tompac, đồng thau polytompac hoặc đồng thau thường hoặc thép không gỉ.

Các màng đàn hồi là các tấm hình tròn phủ kín chu vi để chia hộp cảm biến thành hai khoang riêng biệt với áp suất khác nhau. Màng đàn hồi có thể là loại phẳng đơn giản, loại lượn sóng hoặc loại vồng.

Màng phẳng đơn giản (hình 9.1d) sử dụng cho các loại dụng cụ nhỏ và thường được sử dụng khi sự dịch chuyển không đáng kể. Loại này đơn giản khi chế tạo và có các tính chất động học tốt.

Màng đàn hồi loại lượn sóng (hình 9.1e) được sử dụng khi yêu cầu độ dẫn nở lớn hơn. Để làm giảm độ cứng người ta dập các nếp uốn sóng hình tròn đồng tâm với màng. Các nếp uốn sóng có thể có nhiều hình dạng khác nhau như hình sin, nửa hình tròn, hình thang, hoặc hình tam giác.

Trong một số trường hợp để tạo sự nhạy cảm cao, người ta sử dụng kiểu màng hộp hoặc hệ thống gồm nhiều màng hộp.

Màng đàn hồi cũng có thể được sử dụng trong các dụng cụ điều chỉnh 2 vị trí. Màng loại này là tấm kim loại hình vòm. Dưới tác dụng của áp suất, tấm kim loại hình vòm mất độ ổn và tức thời chuyển từ vị trí này sang vị trí khác.

Màng đàn hồi được chế tạo từ các hợp kim đặc biệt có tính đàn hồi cao.

## 9.2. CÁC DỤNG CỤ ĐIỀU CHỈNH HAI VỊ TRÍ

Các role áp suất và role hiệu áp thuộc vào loại các dụng cụ có đặc tính role hay dụng cụ điều chỉnh hai vị trí.

Role áp suất là dụng cụ chuyển đổi các tín hiệu áp suất hoặc hiệu áp suất thành ra sự đóng ngắt (ON/OFF) của mạch điện. Phụ thuộc vào số lượng các phần tử cảm biến nhận tín hiệu có thể phân ra role áp suất đơn hoặc kép.

Role áp suất đơn chỉ khống chế một áp suất còn role áp suất kép nhận 2 tín hiệu áp suất, khống chế đồng thời 2 áp suất nhưng chỉ tác động lên một tiếp điểm chung.

Role áp suất chủ yếu dùng để bảo vệ máy nén khỏi áp suất quá cao phía nén và quá thấp phía hút.

Role hiệu áp khống chế sự thay đổi hiệu áp suất  $\Delta p$ . Trong kỹ thuật lạnh role hiệu áp làm nhiệm vụ bảo vệ hiệu áp suất dầu bôi trơn và áp suất trong khoang cacte máy nén  $\Delta p = p_{oil} - p_o$  không tụt xuống dưới mức quy định, do đó thường được gọi là role hiệu áp dầu.

Theo môi chất công tác có thể phân ra role áp suất amoniác hoặc role áp suất freon. Bộ phận cảm biến của role áp suất amoniác được chế tạo từ thép carbon hay thép

không gỉ để tránh sự ăn mòn của amoniác vì amoniác ăn mòn đồng và các hợp kim của đồng. Các bộ phận cảm biến của role freôn có thể làm bằng thép carbon, thép không gỉ hoặc đồng và các hợp kim đồng.

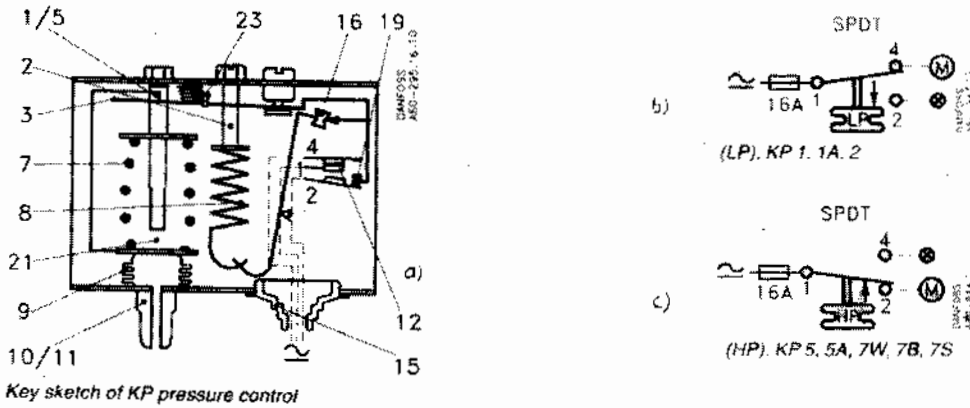
Theo kết cấu vỏ role có thể chia role áp suất ra các loại thường, kín hơi, kín khí, chống phun té và chống nổ... Sau đây chúng ta sẽ đi sâu tìm hiểu một số role áp suất thường dùng.

### 9.2.1. Role áp suất đơn

Ngoài sự phân loại như trên, role áp suất đơn còn được phân ra role áp suất thấp và role áp suất cao.

#### 9.2.1.1. Role áp suất thấp

Role áp suất thấp là loại role hoạt động ở áp suất bay hơi và ngắt mạch điện của máy nén khí áp suất giảm xuống quá mức cho phép để bảo vệ máy nén và đôi khi để điều chỉnh năng suất lạnh. Hình 9.2 giới thiệu nguyên lý cấu tạo và hoạt động của role áp suất thấp kiểu KP1, 1A, 2 của Danfoss.



Hình 9.2. Nguyên tắc cấu tạo và hoạt động của role áp suất thấp :

- a) Nguyên tắc cấu tạo ;
- b) Tiếp điểm ON-OFF (LP) ;
- c) Tiếp điểm ON-OFF (HP) ;

- |                               |  |                              |
|-------------------------------|--|------------------------------|
| 1 - vít đặt áp suất thấp LP ; | 10 - đầu nối áp suất thấp ;                      | 18 - tấm khóa ;              |
| 2 - vít đặt vi sai LP ;       | 12 - tiếp điểm ;                                 | 19 - tay đòn ;               |
| 3 - tay đòn chính ;           | 13 - vít đầu dây điện ;                          | 23 - vấu đỡ ;                |
| 7 - lò xo chính ;             | 14 - vít nối đất ;                               | 30 - nút reset ;             |
| 8 - lò xo vi sai ;            | 15 - lõi lượn dây điện ;                         | Đối với role áp suất cao     |
| 9 - hộp xếp dẫn nở ;          | 16 - cơ cấu lật để đóng mở tiếp điểm dứt khoát ; | 5 - vít đặt áp suất cao HP ; |
|                               |  | 11 - đầu nối áp suất cao.    |

Bằng cách vặn vít 1 và vít 2 ta có thể đặt được áp suất thấp ngắt và đóng của role. Thí dụ khi đặt áp suất thấp đóng mạch là 2 bar và vi sai là 0,4 bar thì áp suất giảm đến 1,6 bar role sẽ ngắt mạch (OFF) và khi áp suất trong hệ thống tăng đến 2,0 bar role sẽ nối mạch cho máy lạnh hoạt động trở lại (ON). Ở đây mạch 1-4 là ON và 1-2 là OFF.

Tay đòn chính 3 mang cơ cấu lật 16 và tiếp điểm 2 được dẫn tới đáy của hộp xếp 9. Tay đòn nối cơ cấu lật 16 tới lò xo phụ chỉ có thể xoay quanh một chốt cố định ở khoảng giữa tay đòn. Vì thế tiếp điểm chỉ có 2 vị trí cân bằng. Hộp xếp chỉ có thể dịch chuyển khi áp suất vượt qua giá trị ON và OFF. Vị trí của cơ cấu lật tác động lên cơ

cấu này với 2 lực, lực thứ nhất là từ hộp xếp trừ đi lực của lò xo chính, và lực thứ hai là lực kéo của lò xo vi sai.

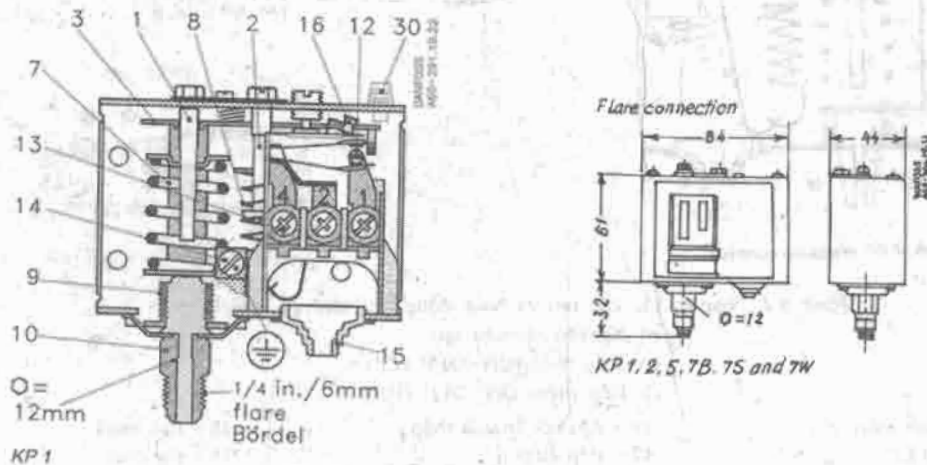
Trên hình 9.2 tiếp điểm đang ở vị trí ON (1-4). Khi tiếp điểm chuyển sang (1-2) là vị trí OFF. Bây giờ áp suất trong hộp xếp giảm, hầu như không có chi tiết nào trong role chuyển động. Chỉ khi nào áp suất trong hộp xếp giảm xuống dưới mức cho phép, hộp xếp co lại, tay đòn 3 bị kéo xuống đủ mức làm cho cơ cấu lật 16 đột ngột thay đổi vị trí, tiếp điểm 1 đột ngột rời 4 bật xuống 2 (OFF), máy nén lạnh ngừng chạy.

Khi áp suất tăng lên và vượt giá trị cho phép, nhờ cơ cấu lật, tay đòn 3 lại đột ngột thay đổi vị trí tiếp điểm 1 sang 4 (ON).

Nói chung, hệ thống tiếp điểm phải làm việc với tốc độ cao, cũng như có áp lực đóng tiếp điểm động lên tiếp điểm tĩnh. Điều này cần thiết để tránh tạo các tia lửa điện hoặc hồ quang xuất hiện khi mở tiếp điểm. Hồ quang phát ra sẽ làm cháy hoặc làm nóng chảy và dính tiếp điểm, làm cho tuổi thọ role giảm và role làm việc trực trặc. Hồ quang chính là nguyên nhân cơ bản làm hỏng hệ thống tiếp điểm của role.

Thời gian khi tiếp điểm động gặp tiếp điểm tĩnh đến lúc kết thúc quá trình đóng mạch được gọi là thời gian đóng mạch. Thời gian đóng mạch của các role áp suất thường nhỏ hơn một phần vạn giây. Cấu trúc đóng mạch đảm bảo tải lớn đồng thời tuổi thọ cao của các tiếp điểm role.

Hình 9.3. giới thiệu cấu tạo của role áp suất thấp kiểu KP1 cũng như hình dáng bên ngoài của role.



Hình 9.3. a) Cấu tạo của role áp suất thấp (chú thích xem hình 9.2);  
b) Hình dáng bên ngoài của role.

Đặc tính kỹ thuật của một số role áp suất thấp được giới thiệu trong bảng 9.1

Role áp suất cao là loại role áp suất hoạt động ở áp suất ngưng tụ của môi chất lạnh và ngắt mạch điện khi áp suất vượt mức cho phép để bảo vệ máy nén.

#### 9.2.1.2. Role áp suất cao

Role áp suất cao là loại role áp suất hoạt động ở áp suất ngưng tụ của môi chất lạnh và ngắt mạch điện khi áp suất vượt mức cho phép để bảo vệ máy nén.

Role áp suất cao hoạt động ở áp suất ngưng tụ và ngắt mạch điện của máy nén cũng như các thiết bị có liên quan. Nguyên tắc cấu tạo của role áp suất cao cũng tương tự như role áp suất thấp (hình 9.2) nhưng các tiếp điểm được bố trí ngược lại. Khi áp suất đầu đẩy máy nén tăng vượt quá giá trị áp suất cho phép (giá trị đặt trên role), role mở tiếp điểm ngắt mạch điện cung cấp cho máy nén để bảo vệ. Khi áp suất giảm

xuống dưới giá trị áp suất đặt trừ đi vì sai thì role áp suất cao lại tự động đóng mạch cho máy nén hoạt động trở lại.

Tuy nhiên, do yêu cầu về an toàn người ta chia role áp suất cao làm 3 loại :

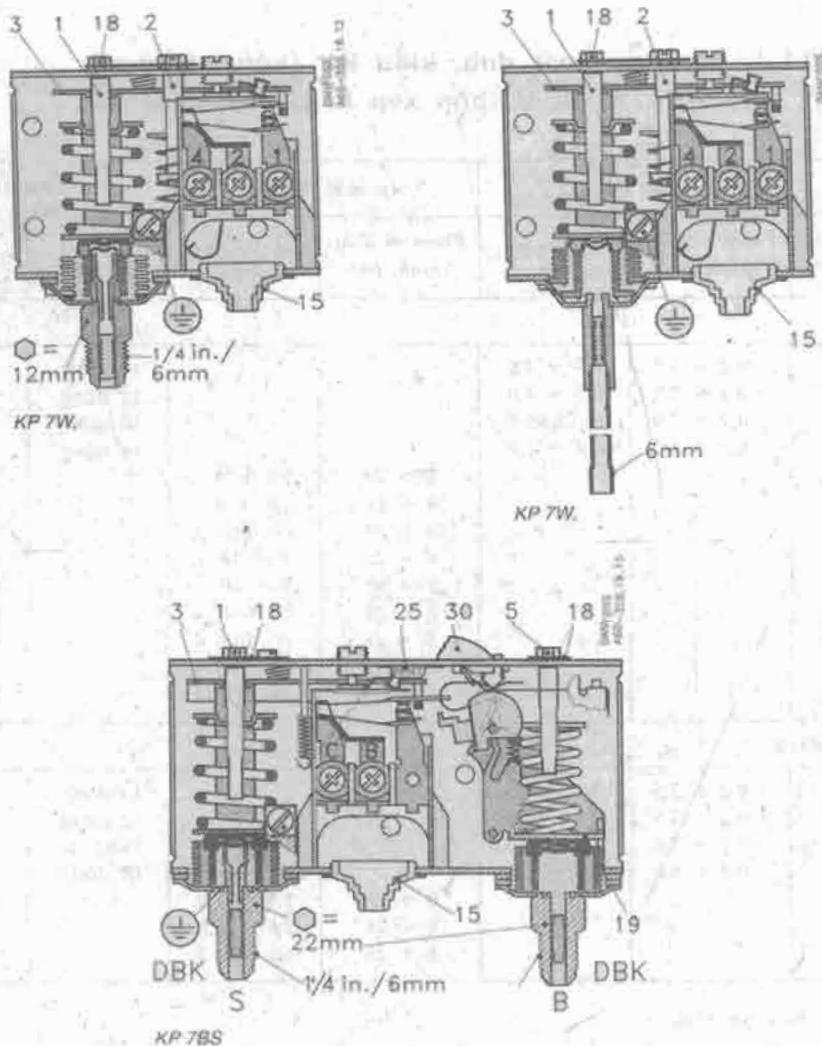
- Role áp suất cao thường là loại vừa giới thiệu trên. Ngoài ra còn có 2 loại an toàn cao hơn, không đóng mạch cho máy nén làm việc trở lại như sau :

- Role áp suất cao có giới hạn áp suất, đặc điểm là có nút reset bằng tay trên vỏ máy. Khi đã ngắt (OFF) role không tự động đóng mạch lại được mà phải có tác động ấn nút reset của người vận hành máy.

- Role áp suất cao có giới hạn áp suất an toàn, đặc điểm là có tay đòn reset nằm trong vỏ máy. Khi đã ngắt mạch điện máy nén (OFF), role không tự đóng mạch lại được mà người vận hành máy phải kiểm tra nguyên nhân tăng áp suất, mở nắp role và dùng dụng cụ để đưa tay đòn reset trở lại vị trí ban đầu.

Do nhiệm vụ bảo vệ an toàn như vậy nên thường người ta bố trí đèn báo khi role tác động OFF (tiếp điểm 1-4). Role áp suất cao KP5 của Danfoss là loại một hộp xếp hay hộp xếp đơn (xem hình 9.2). Kiểu KP7W, 7B, 7C, 7S là loại hộp xếp kép với nhiều tính năng ưu việt hơn.

Hình 9.4 giới thiệu một loại role áp suất cao KP7W, 7B, 7C, 7S và KP17W, 17B, 17C của Danfoss. Khác biệt cơ bản với loại trên KP1 là KP7W có hộp xếp kép :



Hình 9.4. Role áp suất cao kiểu KP7W của Danfoss :

- 1 - vít đặt áp suất ;
- 2 - vít đặt vị sai áp suất ;
- 3 - tay đòn chỉnh ;
- 15 - lối cấp vào ;
- 18 - tấm khóa ;
- 19 - tay đòn ;
- 25 - tay đòn reset trong ;
- 30 - nút ấn reset ngoài.



xếp ngoài và hộp xếp điều chỉnh. Các dụng cụ được thử nghiệm và phê chuẩn theo TUV (Hiệp hội an toàn kỹ thuật của CHLB Đức) tương ứng với DIN 32733 : Các chữ cái tương ứng :

- W - Role áp suất thường
- B - Role giới hạn áp suất (với nút reset ngoài)
- C - Role giới hạn áp suất an toàn (với tay đòn reset trong)

Các yêu cầu chung DIN đối với các dụng cụ được phê chuẩn :

1. Các dụng cụ phải được trang bị hộp xếp kép. Khi áp suất trong hệ thống vượt khỏi giá trị đặt, dụng cụ phải tự động ngắt dừng hệ thống.
2. Các dụng cụ mang ký hiệu W hoặc AW đóng lại mạch tự động khi áp suất giảm xuống dưới áp suất đặt trừ vi sai.
3. Các dụng cụ mang ký hiệu B hoặc AB có thể đóng mạch lại bằng tay với nút ấn reset ngoài khi áp suất giảm xuống 4 bar dưới áp suất đặt.
4. Các dụng cụ mang ký hiệu S hoặc AS có thể đóng mạch lại bằng tay với cần reset trong khi áp suất giảm xuống 4 bar dưới áp suất đặt.

**BẢNG 9.1. Role áp suất đơn, kiểu KP (hộp xếp đơn) và KP-7W, B, C (hộp xếp kép) của Danfoss**

Áp suất	Kiểu	Áp suất thấp LP		Áp suất cao HP		Reset	
		Phạm vi điều chỉnh, bar	Vi sai Δp, bar	Phạm vi điều chỉnh, bar	Vi sai Δp, bar	Áp suất thấp LP	Áp suất cao HP
Môi chất freôn							
thấp	KP 1	-0,2 ÷ 7,5	0,7 ÷ 4,0			tự động	
thấp	KP 1*	-0,2 ÷ 7,5	0,7 ÷ 4,0			tự động	
thấp	KP 1	-0,9 ÷ 7,0	cố định 0,7			bằng tay	
thấp	KP 2	-0,2 ÷ 5,0	0,4 ÷ 1,5			tự động	
cao	KP 5			8 ÷ 28	1,8 ÷ 6		tự động
cao	KP 5*			8 ÷ 28	1,8 ÷ 6		tự động
cao	KP 5			8 ÷ 28	cố định 3		bằng tay
cao	KP 7W			8 ÷ 28	4 ÷ 10		tự động
cao	KP 7W*			8 ÷ 28	4 ÷ 10		tự động
cao	KP 7B			8 ÷ 28	cố định 4		bằng tay
cao	KP 7B*			8 ÷ 28	cố định 4		bằng tay
cao	KP 7S			8 ÷ 28	cố định 4		bằng tay
cao	KP 7S*			8 ÷ 28	cố định 4		bằng tay
Môi chất freôn và amoniác							
thấp	KP 1A	-0,2 ÷ 7,5	0,7 ÷ 4,0			tự động	
thấp	KP 1A*	-0,2 ÷ 7,5	0,7 ÷ 4,0			tự động	
thấp	KP 1A	-0,9 ÷ 7,0	cố định 0,7			bằng tay	
thấp	KP 2A	-0,2 ÷ 5,0	0,4 ÷ 1,5			tự động	
cao	KP 5A			8 ÷ 28	1,8 ÷ 6,0		tự động
cao	KP 5A*			8 ÷ 28	1,8 ÷ 6,0		tự động
cao	KP 5A			8 ÷ 28	cố định 3		bằng tay

\* ) Các tiếp điểm được mạ vàng

xuống dưới giá trị áp suất đặt trừ đi vì sai thì role áp suất cao lại tự động đóng mạch cho máy nén hoạt động trở lại.

Tuy nhiên, do yêu cầu về an toàn người ta chia role áp suất cao làm 3 loại :

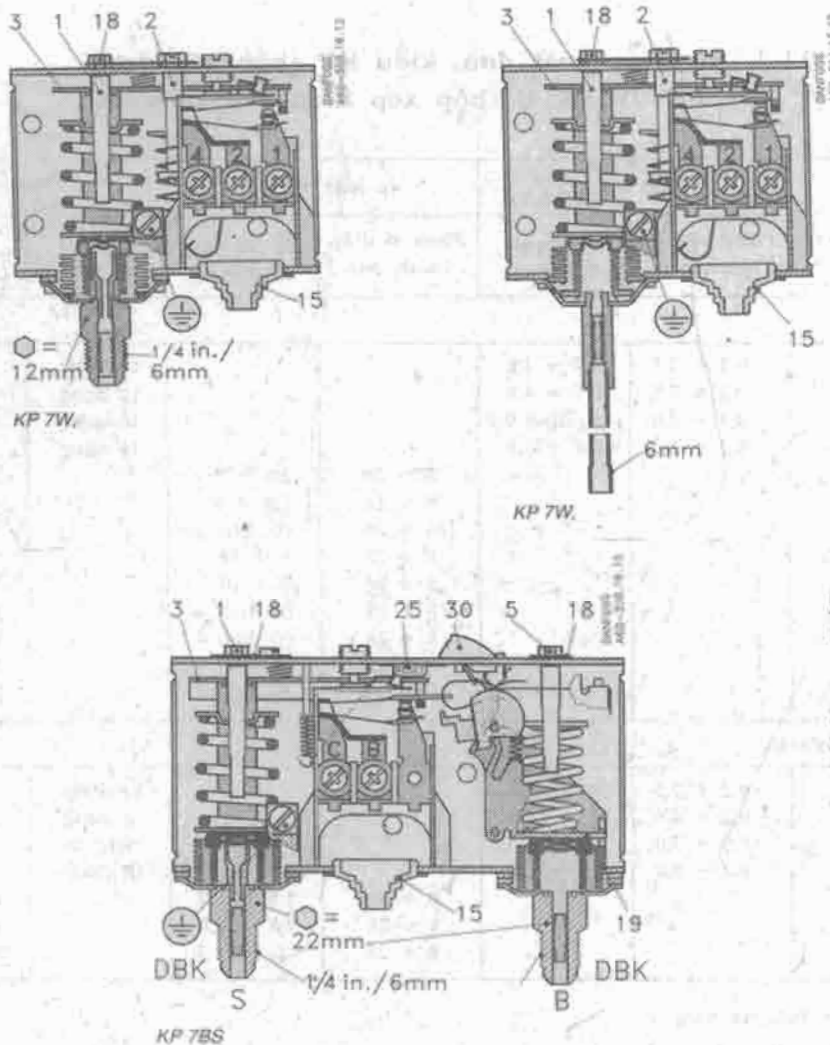
- Role áp suất cao thường là loại vừa giới thiệu trên. Ngoài ra còn có 2 loại an toàn cao hơn, không đóng mạch cho máy nén làm việc trở lại như sau :

- Role áp suất cao có giới hạn áp suất, đặc điểm là có nút reset bằng tay trên vỏ máy. Khi đã ngắt (OFF) role không tự động đóng mạch lại được mà phải có tác động ấn nút reset của người vận hành máy.

- Role áp suất cao có giới hạn áp suất an toàn, đặc điểm là có tay đòn reset nằm trong vỏ máy. Khi đã ngắt mạch điện máy nén (OFF), role không tự đóng mạch lại được mà người vận hành máy phải kiểm tra nguyên nhân tăng áp suất, mở nắp role và dùng dụng cụ để đưa tay đòn reset trở lại vị trí ban đầu.

Do nhiệm vụ bảo vệ an toàn như vậy nên thường người ta bố trí đèn báo khi role tác động OFF (tiếp điểm 1-4). Role áp suất cao KP5 của Danfoss là loại một hộp xếp hay hộp xếp đơn (xem hình 9.2). Kiểu KP7W, 7B, 7C, 7S là loại hộp xếp kép với nhiều tính năng ưu việt hơn.

Hình 9.4 giới thiệu một loại role áp suất cao KP7W, 7B, 7C, 7S và KP17W, 17B, 17C của Danfoss. Khác biệt cơ bản với loại trên KP1 là KP7W có hộp xếp kép :



Hình 9.4. Role áp suất cao kiểu KP7W của Danfoss :

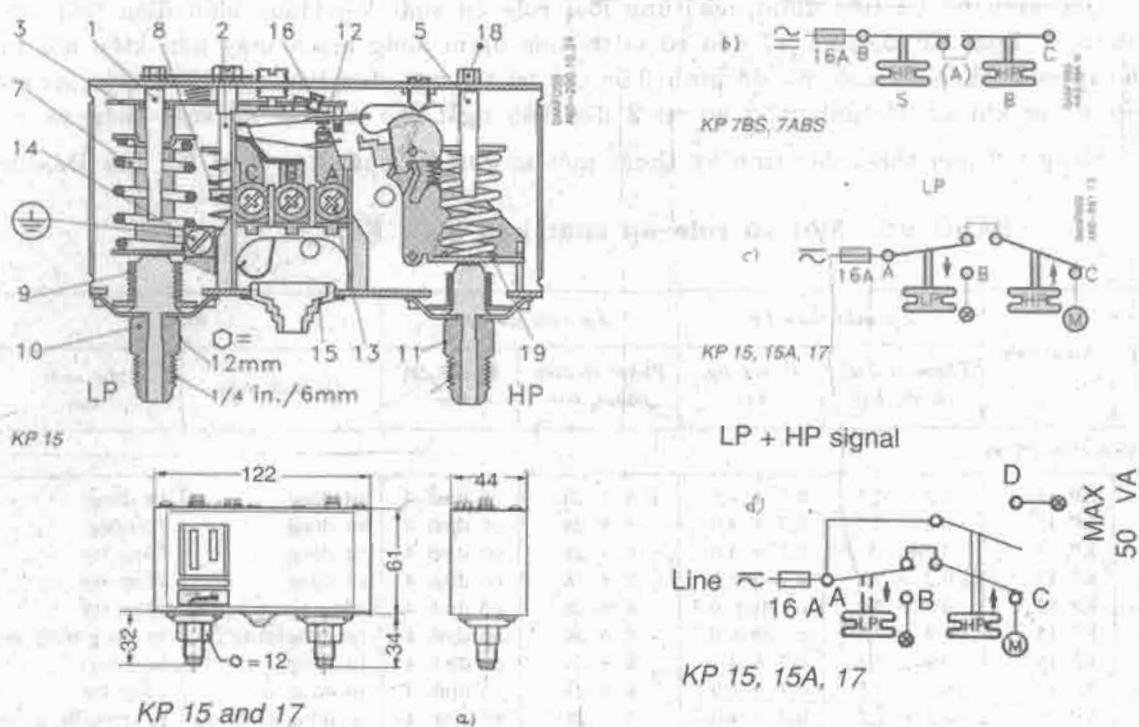
- 1 - vít đặt áp suất ;
- 2 - vít đặt vị sai áp suất ;
- 3 - tay đòn chỉnh ;
- 15 - lối cấp vào ;
- 18 - tấm khóa ;
- 19 - tay đòn ;
- 25 - tay đòn reset trong ;
- 30 - nút ấn reset ngoài.

Hệ thống hộp xếp kép có thể tránh được tổn thất môi chất nạp trong hệ thống ngay cả khi hộp xếp bị vỡ hỏng.

Theo những yêu cầu của TUV, nếu hộp xếp bị vỡ hỏng thì máy nén của hệ thống lạnh bị ngắt và máy nén chỉ làm việc trở lại khi role áp suất đã được thay mới. Nếu hộp xếp ngoài bị vỡ sẽ làm cho áp suất ngắt (OFF) giảm xuống 3 bar so với giá trị đặt. Đó chính là chức năng bảo vệ hệ thống lạnh không bị tổn thất môi chất khi hộp xếp bị vỡ hỏng.

AIHKP và kể cả các loại role áp suất được phê chuẩn theo DIN làm việc không phụ thuộc vào sự thay đổi nhiệt độ môi trường bên ngoài vỏ role. Bởi vậy, áp suất đặt ngắt máy nén và vị sai được giữ không đổi.

Bảng 9.1 giới thiệu thông số kỹ thuật của một số role áp suất thấp và áp suất cao kiểu KP và KP7 loại hộp xếp đơn và hộp xếp kép.



Hình 9.5. Cấu tạo của role áp suất kép kiểu KP15 của Danfoss:

a) Cấu tạo ; b,c,d) tiếp điểm ON-OFF

- 1 - vít đặt áp suất thấp (LP) ; 2 - vít đặt vị sai  $\Delta p$  (LP) ; 3 - tay đòn chỉnh ; 5 - vít đặt áp suất cao (HP) ; 7 - lò xo chính ; 8 - lò xo vị sai ; 9 - hộp xếp dẫn nở ; 10 - đầu nối áp suất thấp ; 11 - đầu nối áp suất cao ; 12 - tiếp điểm ; 13 - vít đầu dây điện ; 14 - vít nối đất ; 15 - lõi luồn dây điện ; 16 - cơ cấu lật để đóng mở tiếp điểm nhanh và dứt khoát ; 18 - tấm khóa ; 19 - tay đòn ; 30 - nút reset.

### 9.2.2. Role áp suất kép

Role áp suất kép gồm role áp suất cao và role áp suất thấp được tổ hợp chung lại trong một vỏ thực hiện chức năng của cả hai role, ngắt điện cho máy nén lạnh khi áp suất cao vượt quá mức cho phép và khi áp suất thấp hạ xuống dưới mức cho phép.

Việc đóng điện lại cho máy nén khí áp suất cao giảm xuống và áp suất thấp tăng lên trong phạm vi an toàn cũng được thực hiện tự động, bằng tay với nút ấn reset ngoài hoặc bằng tay với tay đòn reset phía trong vỏ như đã mô tả ở trên.

Role áp suất kép được sản xuất cho cả môi chất freon và amoniác. Sơ đồ nguyên lý cấu tạo và làm việc của chúng là giống nhau. Kết cấu của role amoniác đảm bảo độ bền vững chống ăn mòn và làm việc an toàn trong các phòng dễ gây nổ.

Hình 9.5 giới thiệu cấu tạo của role áp suất kép kiểu KP15 của Danfoss.

Role áp suất KP có loại KP7AS và KP7ABS là loại cả 2 role bên trong đều là áp suất cao (xem hình 9.5b) dùng cho môi chất amoniác. Trường hợp này có thể coi là 2 role áp suất cao được mắc nối tiếp để đảm bảo độ an toàn cao hơn trường hợp một trong 2 cái bị trục trặc không ngắt mạch.

Các kiểu bố trí tiếp điểm của từng loại role áp suất kép được biểu diễn trên hình 9.5b, c, d. Loại KP15, 15A, 17 đều có vị trí tiếp điểm đóng mạch máy nén kiểu nối tiếp role áp suất thấp và cao. Sơ đồ hình 9.5c chỉ bố trí một đèn báo ngắt cho role áp suất thấp trong khi sơ đồ hình 9.5d bố trí 2 đèn báo ngắt cho cả role áp suất thấp và cao.

Bảng 9.2 giới thiệu đặc tính kỹ thuật một số role áp suất kép kiểu KP của Danfoss.

**BẢNG 9.2. Một số role áp suất kép kiểu KP**

TT	Kiểu role	Áp suất thấp LP		Áp suất cao HP		Reset	
		Phạm vi điều chỉnh, bar	Vi sai Δp, bar	Phạm vi điều chỉnh, bar	Vi sai Δp, bar	Áp suất thấp	Áp suất cao
Môi chất freon							
1	KP 15	-0,2 ÷ 7,5	0,7 ÷ 4,0	8 ÷ 28	cố định 4	tự động	tự động
2	KP 15	-0,2 ÷ 7,5	0,7 ÷ 4,0	8 ÷ 28	cố định 4	tự động	tự động
3	KP 15	-0,2 ÷ 7,5	0,7 ÷ 4,0	8 ÷ 28	cố định 4	tự động	bằng tay
4	KP 15	-0,2 ÷ 7,5	0,7 ÷ 4,0	8 ÷ 28	cố định 4	tự động	bằng tay
5	KP 15	-0,9 ÷ 7,0	cố định 0,7	8 ÷ 28	cố định 4	bằng tay	bằng tay
6	KP 15	-0,9 ÷ 7,0	cố định 0,7	8 ÷ 28	cố định 4	tự động/bằng tay	tự động/bằng tay
7	KP 15	-0,2 ÷ 7,5	0,7 ÷ 4,0	8 ÷ 28	cố định 4	tự động	tự động
8	KP 15	-0,2 ÷ 7,5	0,7 ÷ 4,0	8 ÷ 28	cố định 4	tự động	bằng tay
9	KP 15	-0,2 ÷ 7,5	0,7 ÷ 4,0	8 ÷ 28	cố định 4	tự động/bằng tay	tự động/bằng tay
10	KP 15	-0,9 ÷ 7,0	cố định 0,7	8 ÷ 28	cố định 4	tự động/bằng tay	tự động/bằng tay
11	KP 7BS	-	-	8 ÷ 28	cố định 4	-	bằng tay
12	KP 17W**	-0,2 ÷ 7,5	0,7 ÷ 4,0	8 ÷ 28	cố định 4	-	tự động
13	KP 17W	-0,2 ÷ 7,5	0,7 ÷ 4,0	8 ÷ 28	cố định 4	-	tự động
14	KP 17B	-0,2 ÷ 7,5	0,7 ÷ 4,0	8 ÷ 28	cố định 4	-	bằng tay
Môi chất freon và amoniác							
15	KP 15A	-0,2 ÷ 7,5	0,7 ÷ 4,0	8 ÷ 28	cố định 4	tự động	tự động
16	KP 15A	-0,2 ÷ 7,5	0,7 ÷ 4,0	8 ÷ 28	cố định 4	tự động	bằng tay
17	KP 15A	-0,9 ÷ 7,0	cố định 0,7	8 ÷ 28	cố định 4	bằng tay	bằng tay
18	KP 15A	-0,9 ÷ 7,0	cố định 0,7	8 ÷ 28	cố định 4	tự động/bằng tay	tự động/bằng tay
19	KP 7AS	-	-	8 ÷ 28	cố định 4	bằng tay	bằng tay
20	KP 7ABS	-	-	8 ÷ 28	cố định 4	bằng tay	bằng tay

\*) Các tiếp điểm được mạ vàng

\*\*\*) Có đèn báo ngắt của role áp suất thấp và áp suất cao

*Lưu ý khi lắp đặt* : các loại role áp suất cần lưu ý ống nối từ ống hút hoặc ống đẩy vào role nên ở vị trí phía trên ống để ngăn dầu lọt vào hộp xếp, vì nếu để dầu lọt vào hộp xếp lâu ngày có thể hộp xếp bị bó không hoạt động được một cách hoàn hảo, hơn nữa cũng đảm bảo cho các tiếp điểm làm việc bình thường.

*Lưu ý khi đặt áp suất* :

- Role áp suất thấp reset tự động LP : Đặt áp suất thấp ON trên thang áp suất thấp LP (thang CUT-IN). Mỗi vòng quay của vít tương ứng 0,7 bar. Đặt vi sai (LP - differential) trên thang DIFF. Mỗi vòng xoay của vít tương ứng khoảng 0,15 bar.

Áp suất ngắt mạch bằng áp suất đóng mạch trừ đi áp suất vi sai. Áp suất ngắt mạch phải lớn hơn áp suất chân không tuyệt đối (-1 bar).

Nếu ở áp suất thấp mà máy nén không ngắt thì cần kiểm tra lại giá trị vi sai đã đặt, vi sai đặt có thể quá cao.

- Role áp suất cao với reset tự động HP : Đặt áp suất ngắt CUT-OUT hoặc OFF trên thang HP. Mỗi vòng vít tương ứng khoảng 2,3 bar. Đặt vi sai differential trên thang DIFF. Mỗi vòng xoay của vít vi sai tương ứng khoảng 0,3 bar.

Áp suất đóng mạch bằng áp suất ngắt mạch trừ vi sai. Thí dụ đặt HP = 16 bar vi sai cố định 4 thì role ngắt mạch ở 16 bar và đóng mạch cho máy nén hoạt động trở lại ở 12 bar.

Nên kiểm tra áp suất ON-OFF của role áp suất cao và thấp bằng một áp kế chính xác.

- Role áp suất với reset bằng tay :

Đặt áp suất ngắt OFF trên thang LP hoặc HP (phạm vi điều chỉnh).

Đối với role áp suất thấp reset bằng tay : có thể reset (trả lại vị trí ban đầu) khi áp suất trong hệ thống bằng áp suất ngắt OFF cộng với vi sai.

Đối với role áp suất cao có thể reset bằng tay nếu áp suất trong hệ thống bằng áp suất ngắt OFF trừ đi vi sai.

### 9.2.3. Role hiệu áp dầu

Role hiệu áp sử dụng trong kỹ thuật lạnh chủ yếu để bảo vệ sự bôi trơn hoàn hảo của máy nén. Do áp suất trong khoang cacte máy nén luôn thay đổi do đó một áp suất dầu không đổi nào đó không thể đảm bảo an toàn cho việc bôi trơn máy nén, chính vì vậy hiệu áp suất (áp suất dầu trừ áp suất cacte hay áp suất  $p_0$ ) mới là đại lượng đánh giá chính xác chế độ bôi trơn yêu cầu của máy nén. Hiệu áp suất dầu cần thiết do nhà chế tạo máy nén quy định, thường  $\Delta p \geq 0,7$  bar. Khi hiệu áp dầu thấp hơn mức quy định, role hiệu áp dầu ngắt mạch để bảo vệ máy nén.

Vì khi khởi động máy nén, hiệu áp dầu bằng 0 nên lúc này có bộ phận nối tắt qua role, khoảng 45 giây sau khởi động, hiệu áp dầu được xác lập, bộ phận nối tắt sẽ ngắt mạch. Bộ nối tắt được điều khiển bằng role thời gian.

Khi làm việc, role hiệu áp dầu đóng mở chỉ phụ thuộc vào giá trị hiệu áp  $\Delta p =$  áp suất dầu từ bơm trừ áp suất hút hay áp suất cacte, mà hoàn toàn không phụ thuộc vào áp suất dầu cũng như áp suất cacte.

Hình 9.6 giới thiệu cấu tạo role hiệu áp dầu ký hiệu RT55 của hãng Danfoss.

a) Thuật ngữ :

- Phạm vi hiệu áp (diffrential range)

hiệu áp bất kỳ giữa áp suất dầu và áp suất cacte nằm trong phạm vi hiệu áp của rơle có thể tác động đóng mở rơle gọi là phạm vi hiệu áp.

- Số đọc trên thang đo (scale reading)

là hiệu áp giữa áp suất dầu và áp suất cacte dùng vào thời điểm tiếp điểm đóng mạch cho rơle thời gian khi áp suất dầu giảm.

- Phạm vi hoạt động (operating range)

là phạm vi áp suất thấp (nối với đầu nối LP) mà rơle hoạt động được.

- Vi sai tiếp điểm (contact differential)

là độ tăng áp suất vượt hiệu áp suất đặt (số đọc trên thang đo) cần thiết để ngắt dòng rơle thời gian.

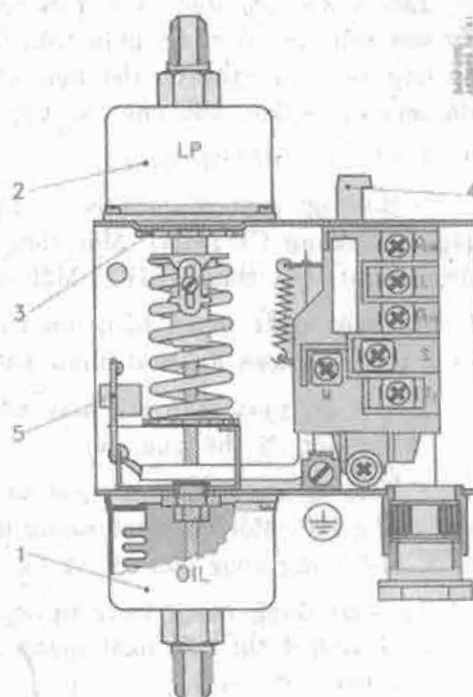
- Thời gian trễ ngắt (release time) là thời gian mà rơle hiệu áp cho phép máy nén làm việc với áp suất dầu quá thấp giữa khoảng thời gian khởi động và làm việc.

b) Hoạt động

Nếu không có áp suất dầu khi khởi động, hoặc khi hiệu áp suất dầu giảm xuống dưới giá trị đặt khi vận hành thì máy nén sẽ được ngắt dòng sau khi thời gian trễ trôi qua.

Mạch điện được chia làm 2 mạch riêng rẽ, một mạch an toàn và một mạch vận hành.

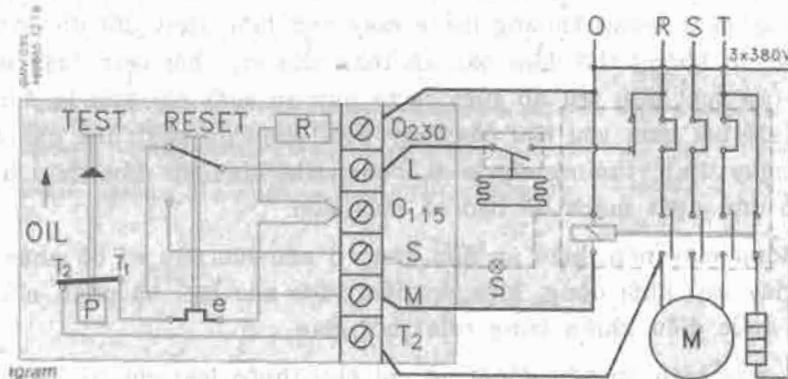
Rơle thời gian (e) trong mạch an toàn sẽ hoạt động đóng mạch khi hiệu áp suất dầu tụt xuống dưới giá trị đặt và sẽ ngắt mạch khi hiệu áp dầu lại tăng trở lại giá trị đặt (hình 9.7).



MP 55

Hình 9.6. Cấu tạo rơle hiệu áp dầu RT55 của Danfoss :

- 1 - đầu nối với áp suất phía hệ thống dầu bôi trơn (OIL) ;
- 2 - đầu nối với áp suất hút hoặc cacte máy nén (LP) ;
- 3 - đĩa đặt hiệu áp ;
- 4 - nút reset ;
- 5 - bộ phận thử nghiệm.

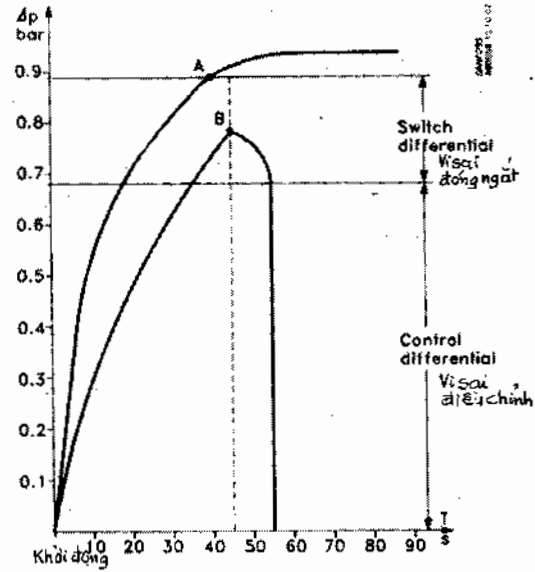


Hình 9.7. Sơ đồ mạch điện của rơle hiệu áp dầu lắp vào động cơ máy nén và điện trở sưởi cacte.

Hình 9.8 giới thiệu đặc tính làm việc của role hiệu áp suất dầu khi máy nén khởi động.

**Điểm A :** khi khởi động, hiệu áp dầu đã được thiết lập trước khi role thời gian ngắt mạch. Hiệu áp đó bằng hiệu áp cộng vi sai tiếp điểm (ở đây là 45 giây). Ở điểm A tiếp điểm T<sub>1</sub>-T<sub>2</sub> mở và role thời gian (e) cũng OFF, nghĩa là hiệu áp dầu đã được thiết lập cho máy nén.

**Điểm B :** Khi khởi động, hiệu áp dầu không đạt giá trị yêu cầu bằng hiệu áp đặt cộng vi sai đóng mở tiếp điểm trong thời gian trễ role thời gian chưa ngắt mạch. Ở thời điểm B, role thời gian ngắt mạch vận hành L-M và máy nén dừng.



Hình 9.8. Đặc tính làm việc của role hiệu áp dầu khi máy nén khởi động.

Nếu bố trí đèn báo hỏng nối vào vít S thì đèn sẽ sáng. Khởi động lại chỉ có thể thực hiện nhanh nhất là sau 2 phút khi tác động nút reset. Các nguyên nhân hỏng hóc đã được xác định và sửa chữa.

Bảng 9.3 giới thiệu một số role hiệu áp dầu của Danfoss.

**BẢNG 9.3. Thông số kỹ thuật một số role hiệu áp dầu của Danfoss**

Kiểu	Môi chất lạnh	Hiệu áp $\Delta p$ , bar	Vi sai đóng ngắt max $\Delta p$ , bar	Phạm vi hoạt động - phía LP bar	Thời gian trễ ngắt s	Tải tiếp điểm (xem thông số kỹ thuật)
MP 54	Freon	cố định 0,65	0,2	-1 + +12	0	B*
		cố định 0,65	0,2	-1 + +12	45	A
		cố định 0,90	0,2	-1 + +12	60	A
		cố định 0,65	0,2	-1 + +12	90	A
		cố định 0,65	0,2	-1 + +12	120	A
MP 55	Freon	0,3 ÷ 4,5	0,2	-1 + +12	45	A
		0,3 ÷ 4,5	0,2	-1 + +12	60	A
		0,3 ÷ 4,5	0,2	-1 + +12	60	A
		0,3 ÷ 4,5	0,2	-1 + +12	90	A
		0,3 ÷ 4,5	0,2	-1 + +12	120	A
		0,3 ÷ 4,5	0,2	-1 + +12	0	B
MP 55A	Freon amoniac	0,3 ÷ 4,5	0,2	-1 + +12	45	A
		0,3 ÷ 4,5	0,2	-1 + +12	60	A
		0,3 ÷ 4,5	0,2	-1 + +12	60	A
		0,3 ÷ 4,5	0,2	-1 + +12	90	A
		0,3 ÷ 4,5	0,2	-1 + +12	120	A
		0,3 ÷ 4,5	0,2	-1 + +12	0	B

\* Role không có role thời gian này có thể kết hợp với một số role thời gian ngoài nếu cần. Có thể sử dụng với một role thời gian với thời gian trễ ngắt khác nhau.

\*\* A : Điện áp trên role thời gian ở tiếp điểm M-S : AC 15 : 2A, 250V ; DC 13 : 0,2A, 250V.

B : Kiểu không có role thời gian AC 15 : 0,1A, 250V ; DC13 : 12W, 125V

C : Kiểu không có role thời gian AC 1 : 10A, 150V ; AC3 : 4A, 250V ; DC13 : 12W, 125V.

Hình 9.9 giới thiệu đặc tính làm việc của role hiệu áp dầu khi máy đang vận hành.

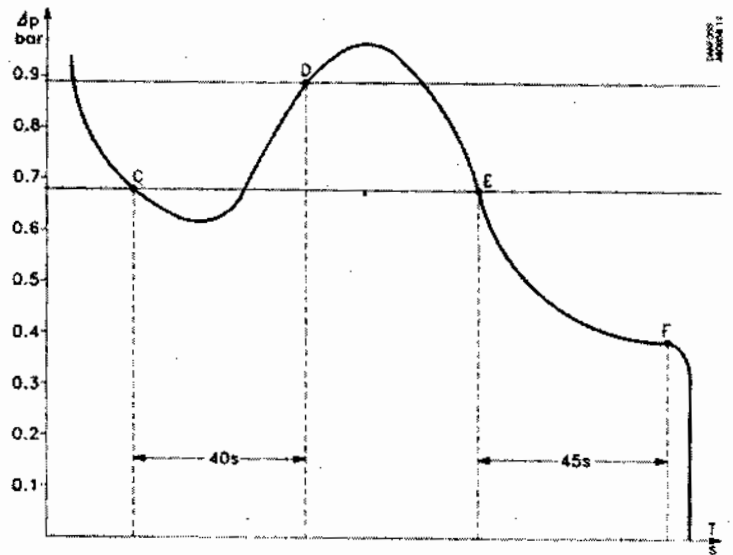
**Điểm C :** Hiệu áp dầu tụt xuống dưới giá trị đặt, tại điểm C, tiếp điểm T<sub>1</sub>-T<sub>2</sub> đóng và role thời gian hoạt động (đóng).

**Điểm D :** Hiệu áp dầu đạt giá trị đặt cộng vi sai trước khi hết thời gian trễ ngắt. Ở điểm D, tiếp điểm T<sub>1</sub>-T<sub>2</sub> mở và role thời gian ngắt mạch vì hiệu áp dầu đã trở lại bình thường.

**Điểm E :** Hiệu áp tụt xuống dưới giá trị đặt. Tại điểm E, mạch an toàn T<sub>1</sub>-T<sub>2</sub> đóng lại và role thời gian hoạt động (đóng mạch).

**Điểm F :** Thời gian trễ ngắt (45 giây) trôi qua, hiệu áp dầu vẫn dưới giá trị đặt, role thời gian ngắt dòng mạch vận hành L-M, máy nén dừng. Đèn báo hồng sáng lên, và khởi động máy nén trở lại chỉ có thể thực hiện 2 phút sau khi phát hiện nguyên nhân, khắc phục sự cố và ấn lại nút reset.

Sau khi khởi động lại, có thể thử nghiệm xem role hiệu áp hoạt động có hoàn hảo không bằng cách ấn bộ thử nghiệm 5 (hình 9.6). Khi đã ấn bộ thử nghiệm xuống, sau thời gian trễ ngắt (ở đây là 45 giây) động cơ máy nén ngừng làm việc.



Hình 9.9. Đặc tính làm việc của role hiệu áp dầu khi máy nén đang vận hành.

### 9.3. DỤNG CỤ ĐIỀU CHỈNH TỰ ĐỘNG CÓ ĐẶC TÍNH LIÊN TỤC

Trong kỹ thuật lạnh người ta sử dụng 2 loại dụng cụ tự động điều chỉnh áp suất chính : loại tiết lưu áp suất để điều chỉnh năng suất lạnh của máy lạnh và van điều chỉnh nước giải nhiệt cho bình ngưng để duy trì áp suất không đổi cho bình ngưng tự.

*Dụng cụ tiết lưu áp suất* khống chế áp suất bay hơi hoặc hơi hút về máy nén. Sự khống chế áp suất hơi được thực hiện bằng việc thay đổi trở lực thủy khí của van.

Dụng cụ tiết lưu (còn gọi là điều biến - moduating) áp suất được chia làm 2 nhóm theo kiểu tác động trực tiếp và gián tiếp.

Các dụng cụ tiết lưu áp suất trực tiếp sử dụng cho các thiết bị không lớn lắm, đường kính danh nghĩa của van thường không vượt quá 20 + 25mm.

Dụng cụ gián tiếp được sử dụng cho các thiết bị có năng suất lớn hơn. Các dụng cụ này có bộ phận để khuếch đại tín hiệu nên cho phép giảm kích thước và khối lượng. Dụng cụ được gọi là pilot nếu phần tử thừa hành hoạt động theo độ chênh lệch áp suất giữa các môi trường làm việc.

Theo chức năng làm việc người ta có thể phân loại ra các dụng cụ điều chỉnh áp suất bay hơi, dụng cụ điều chỉnh áp suất ngưng tụ, dụng cụ điều chỉnh năng suất lạnh, dụng cụ điều chỉnh áp suất cacte máy nén, dụng cụ chuyển đổi tín hiệu áp suất...



Dụng cụ điều chỉnh nước giải nhiệt không chế áp suất ngưng tụ không đổi trong bình nhờ thay đổi lưu lượng nước giải nhiệt vào bình ngưng, gọi tắt là van điều chỉnh nước giải nhiệt hoặc van điều chỉnh nước bình ngưng. Van điều chỉnh nước giải nhiệt được bố trí trên đường cấp nước cho bình ngưng, tín hiệu điều chỉnh van là áp suất đầu đẩy máy nén hoặc áp suất ngưng tụ.

### 9.3.1. Dụng cụ điều chỉnh áp suất bay hơi

Hình 9.10 giới thiệu kết cấu của van điều chỉnh áp suất bay hơi của Danfoss kiểu KVP môi chất lạnh freon (R22, 134a và 404A).

Van điều chỉnh áp suất bay hơi được lắp trên đường ống hút sau dàn bay hơi để thực hiện các nhiệm vụ :

- Không chế áp suất bay hơi không đổi và qua đó không chế nhiệt độ không đổi trên bề mặt dàn bay hơi.
- Đảm bảo áp suất hút không tụt xuống quá thấp. Van sẽ đóng lại khi áp suất bay hơi giảm xuống dưới mức quy định và lại mở van cho hơi về máy nén khi nào áp suất vượt quá mức quy định (giá trị đặt).

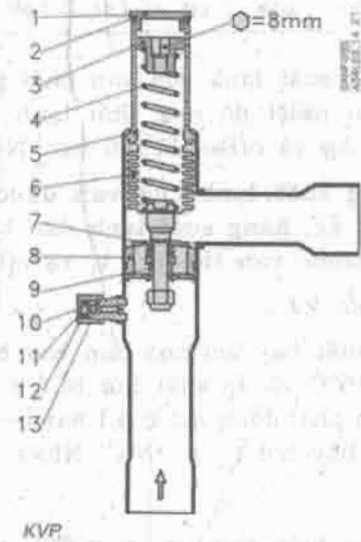
Độ mở của van được quyết định bởi áp suất bay hơi vào van theo tỷ lệ, áp suất bay hơi càng lớn van mở càng to và áp suất bay hơi càng nhỏ, van mở càng nhỏ và đóng khi áp suất bay hơi giảm xuống dưới mức quy định,

Lực đóng van là lực lò xo nén tác động từ trên xuống. Lực đóng van có thể điều chỉnh bằng vít 3.

Lực mở van là áp suất bay hơi tác động lên diện tích tấm van từ dưới lên.

Khi lực lò xo nén lớn hơn hoặc cân bằng với lực mở thì van đóng. Khi lực mở thắng lực lò xo nén van sẽ mở.

Năng suất lạnh của van được coi là thông số kỹ thuật để chọn van phụ thuộc vào môi chất lạnh, nhiệt độ bay hơi, nhiệt độ ngưng tụ, đặc tính làm việc của van, và hiệu áp qua van.



Hình 9.10. Kết cấu của van điều chỉnh áp suất bay hơi kiểu KVP của Danfoss :

- |                        |                      |
|------------------------|----------------------|
| 1 - nắp bảo vệ ;       | 8 - đế van ;         |
| 2 - đệm kín ;          | 9 - cơ cấu đệm ;     |
| 3 - vít điều chỉnh ;   | 10 - đầu nối áp kế ; |
| 4 - lò xo chính ;      | 11 - nắp ;           |
| 5 - thân van ;         | 12 - đệm kín ;       |
| 6 - hộp xếp cân bằng ; | 13 - kim lốt ;       |
| 7 - tấm van ;          |                      |

Bảng 9.4 giới thiệu năng suất lạnh của van kiểu KVP Danfoss

**BẢNG 9.4. Năng suất lạnh của van kiểu KVP, kW  
với sự dịch chuyển (offset) 0,6 bar môi chất lạnh R22**

Kiểu	Hiệu áp qua van $\Delta p$ , bar	Nhiệt độ bay hơi, $t_0$ , °C								
		-30	-25	-20	-15	-10	-5	-0	5	10
KVP12	0,1	1,9	2,1	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,2
KVP15	0,2	2,5	2,9	3,2	3,6	4,0	4,4	4,9	5,3	5,8
KVP22	0,3	3,0	3,4	3,8	4,3	4,8	5,3	5,9	6,5	7,1
	0,4	3,3	3,8	4,3	4,9	5,5	6,1	6,7	7,4	8,1
	0,5	3,4	4,1	4,7	5,3	6,0	6,7	7,4	8,2	8,9
	0,6	3,6	4,2	5,0	5,7	6,4	7,2	8,0	8,8	9,7
KVP 28	0,1	4,0	4,5	5,0	5,6	6,2	6,8	7,5	8,2	8,9
KVP 35	0,2	5,4	6,2	6,9	7,7	8,6	9,5	10,4	11,4	12,5
	0,3	6,3	7,3	8,2	9,3	10,3	11,5	12,6	13,9	15,1
	0,4	7,0	8,1	9,2	10,4	11,7	13,0	14,4	15,8	17,3
	0,5	7,4	8,7	10,0	11,4	12,8	14,3	15,9	17,5	19,2
	0,6	7,6	9,1	10,6	12,2	13,8	15,4	17,1	18,9	20,8

Hệ số hiệu chỉnh  $t_1$

$t_1$ , °C	15	20	25	30	35	40
R22	0,93	0,96	1,0	1,04	1,09	1,15

Hệ số hiệu chỉnh (offset)  $\Delta p$ , bar

offset bar	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
KVP	2,5	1,4	1,0	0,77	0,67	0,59

Năng suất lạnh của van phải phù hợp với năng suất lạnh của dàn bay hơi và phụ thuộc vào nhiệt độ môi chất lạnh lỏng ở trước van tiết lưu  $t_1$ , độ giáng áp (hiệu áp) qua van  $\Delta p$  và offset là 0,6 bar. Nhiệt độ lỏng trước van tiết lưu ở đây là  $t_1 = +25^\circ\text{C}$ .

Năng suất lạnh của van được tính cho hơi khô bão hòa trước van điều chỉnh. Khi thiết kế, năng suất lạnh dàn bay hơi cần được nhân với hệ số hiệu chỉnh từ nhiệt độ lỏng trước van tiết lưu  $t_1$  và offset trong van.

**Thí dụ 9.1 :**

Áp suất bay hơi của dàn bay hơi R22 cần duy trì ở 5,8 bar tương đương nhiệt độ bay hơi  $+5^\circ\text{C}$  và áp suất hút là 5,2 bar. Để tránh đóng băng trên dàn bay hơi, van điều chỉnh cần phải đóng mở ở 5,1 bar ( $\sim 0,7^\circ\text{C}$ ). Năng suất lạnh của dàn bay hơi  $Q_0 = 4,5\text{kW}$ , nhiệt độ bay hơi  $t_0 = +5^\circ\text{C}$ . Nhiệt độ lỏng trước van tiết lưu  $t_1 = 30^\circ\text{C}$ .

**Giải :**

Hệ số hiệu chỉnh  $t_1 = +30^\circ\text{C} : 1,04$

Offset :  $5,8\text{ bar} - 5,1 = 0,7\text{ bar}$

Hệ số hiệu chỉnh offset :  $(1,0 + 0,77)/2 = 0,89$

Năng suất lạnh hiệu chỉnh :  $Q_0 = 4,5 \times 0,89 \times 1,04 = 4,17\text{ kW}$

Hiệu áp tại hai phía của van :  $\Delta p = 5,8 - 5,2 = 0,6\text{ bar}$ .

Với R22 :  $\Delta p = 0,6\text{ bar}$ ,  $Q_0 = 4,17\text{ kW}$ ,  $t_0 = +5^\circ\text{C}$  chọn được KVP 12, 15 và 22 với năng suất lạnh max = 8,8 kW. Khi chọn van điều chỉnh cần chọn đường kính danh nghĩa 12, 15 hoặc 22 cho phù hợp với đường kính ống hút về máy nén và đường kính ống ra của dàn bay hơi.

Để giảm hiệu áp qua van đến mức thấp nhất người ta sử dụng van tác dụng gián tiếp kiểu PKV và PKVS, lấy tín hiệu áp suất ngưng tụ để đóng mở van chính, ngoài

ra còn có một đường thông khí từ bên áp suất cao sang bên áp suất thấp để đóng mở van phụ. Khi sử dụng van PKV kết hợp với van điện từ bố trí trên đường thông hơi người ta ký hiệu là PKVS. Hiệu áp suất qua van có thể giảm xuống đến 0,02 bar.

Hình 9.11 giới thiệu một ứng dụng đơn giản của van điều chỉnh áp suất bay hơi ký hiệu KVP (xem thêm hình 4.6 ; 4.7 và 4.8).

Trong nhiều trường hợp, cần duy trì áp suất bay hơi không tụt xuống dưới mức quy định thí dụ để ngăn ngừa tuyết bám trên dàn, để đảm bảo chất tải lạnh không đóng băng trong ống bình bay hơi, để duy trì độ ẩm cao trong buồng lạnh...

Như trên hình 9.1 mô tả, dàn bay hơi nhiệt độ cao  $t_0 = +6^{\circ}\text{C}$  được lắp một van điều chỉnh áp suất để tránh đưa nhiệt độ dàn xuống ngang với dàn bay hơi nhiệt độ thấp  $t_0 = -4^{\circ}\text{C}$ , vì áp suất hút về máy nén ở đây đều là  $p_h$  tương ứng với  $-4^{\circ}\text{C}$ , nhiệt độ bay hơi của dàn lạnh nhất.

Tuy nhiên cần lưu ý là phải lắp một van một chiều trên đường ống hút cho dàn có nhiệt độ lạnh hơn để tránh tích lỏng trong dàn lạnh hơn khi máy nén dừng làm việc. Ngoài ra nên bố trí một van điện từ ngay sau bình chứa, khóa lỏng khi máy nén dừng.

Kinh nghiệm là nếu nhiệt độ sôi của hai dàn lạnh cách nhau  $10^{\circ}\text{C}$  trở lên, cần thiết mắc thêm van một chiều cho dàn lạnh lớn hơn. Trước đây người ta hay dùng van điều chỉnh áp suất bay hơi cho hệ thống lạnh với một máy nén có nhiều dàn bay hơi khác nhiệt độ nhưng ngày nay người ta sử dụng van điều chỉnh áp suất bay hơi cho cả các hệ thống lạnh chỉ có một dàn bay hơi để tránh hiện tượng áp suất bay hơi dao động quá mạnh khi tải nhiệt dàn bay hơi thay đổi mạnh.

Do áp suất bay hơi luôn phụ thuộc vào nhiệt độ bay hơi nên cũng có thể khống chế áp suất bay hơi qua việc khống chế nhiệt độ bay hơi. Nhưng như vậy dụng cụ này lại thuộc về các dụng cụ khống chế nhiệt độ mà ta sẽ xét ở chương sau.

### 9.3.2. Dụng cụ điều chỉnh áp suất ngưng tụ

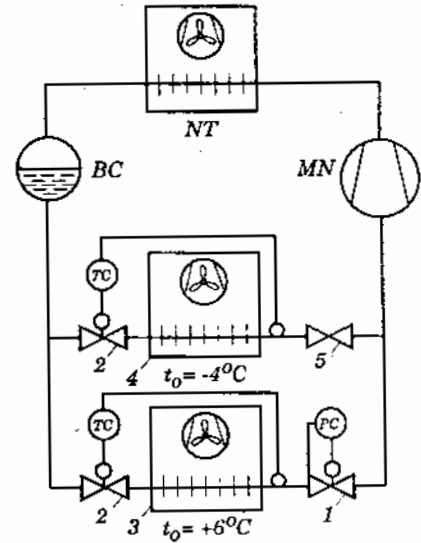
#### 9.3.2.1. Dụng cụ điều chỉnh áp suất ngưng tụ dàn ngưng giải nhiệt gió

Áp suất ngưng tụ và áp suất bình chứa là đại lượng quan trọng để xác định năng suất lạnh của van tiết lưu và đảm bảo lưu lượng môi chất lạnh cần thiết cấp cho dàn bay hơi.

Để đảm bảo áp suất ngưng tụ và áp suất bình chứa không tụt xuống dưới mức cho phép trong điều kiện thời tiết mùa đông người ta sử dụng van điều chỉnh áp suất ngưng tụ.

Hình 9.12 giới thiệu van điều chỉnh áp suất ngưng tụ KVR và điều chỉnh áp suất bình chứa NRD sử dụng cho các hệ thống lạnh có dàn ngưng tụ giải nhiệt gió (xem chương 7).

Van KPR mở khi áp suất đầu vào tăng, nghĩa là khi áp suất dàn ngưng đạt được giá trị định trước. Van KPR hoạt động chỉ phụ thuộc vào áp suất vào van. Sự thay đổi



Hình 9.11. Ứng dụng đơn giản của van điều chỉnh áp suất bay hơi

- MN - Máy nén
- NT - Dàn ngưng
- BC - Bình chứa
- 1 - van điều chỉnh áp suất bay hơi kiểu KVP ;
- 2 - van tiết lưu nhiệt ;
- 3 - dàn bay hơi  $t_0 = +6^{\circ}\text{C}$  ;
- 4 - dàn bay hơi  $t_0 = -4^{\circ}\text{C}$  ;
- 5 - van một chiều.

của áp suất đầu ra của van không phụ thuộc vào sự làm việc của van bởi vì van KPR có một hộp xếp cân bằng (6). Diện tích hiệu dụng của hộp xếp tương ứng với diện tích hiệu dụng của tấm van.

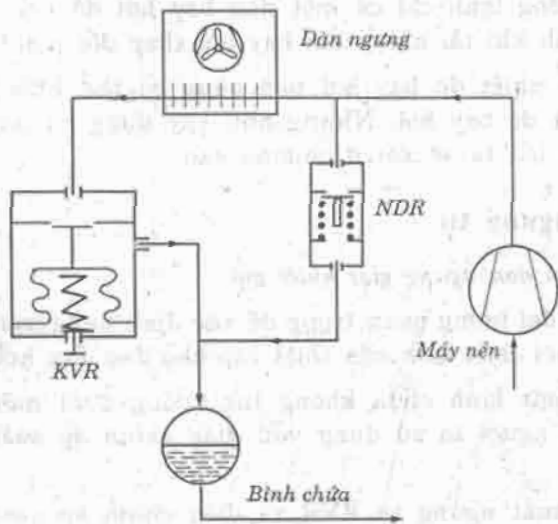
Ngoài ra vẫn còn được trang bị một cơ cấu đệm hiệu quả (9) chống lại các xung đột thường xảy ra trong hệ thống lạnh. Cơ cấu đệm đảm bảo tuổi thọ lâu bền cho van mà không làm giảm độ chính xác khi điều chỉnh.

Van điều chỉnh áp suất bình chứa sẽ mở khi hiệu áp trong van đạt 1,4 bar, và mở hoàn toàn khi hiệu áp đạt 3 bar.

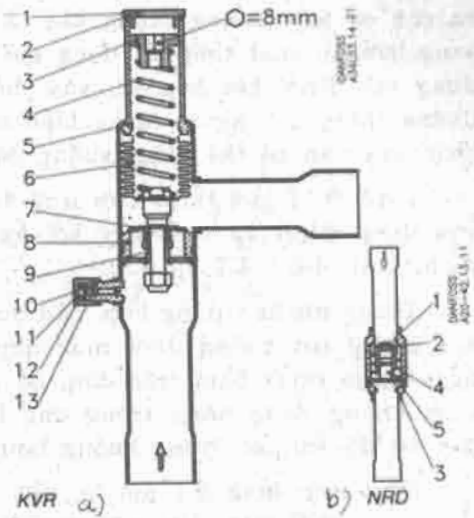
Hình 9.13 giới thiệu vị trí lắp đặt của KVR và NRD vào hệ thống lạnh dàn ngưng tụ giải nhiệt gió.

Ở điều kiện vận hành mùa đông, nhu cầu lạnh giảm hay năng suất lạnh yêu cầu giảm, hiệu nhiệt độ tăng  $\Delta t_k = t_k - t_{kk}$  do đó diện tích trao đổi nhiệt của dàn ngưng yêu cầu giảm đi đáng kể. Van KVR có nhiệm vụ làm ứ lỏng trong dàn ngưng, vô hiệu hóa một phần dàn, làm cho áp suất ngưng tụ tăng lên.

**Thí dụ 9.2 :** Một máy lạnh làm lạnh buồng thiết kế cho mùa hè, nhiệt độ ngoài trời  $t_{kk} = 35^\circ\text{C}$ , nhiệt độ ngưng tụ  $t_k = 50^\circ\text{C}$ . Năng suất lạnh 20kW. Mùa đông nhiệt độ  $15^\circ\text{C}$ , năng suất lạnh yêu cầu 10 kW. Hỏi diện tích dàn ngưng còn cần bao nhiêu phần trăm so với mùa hè ?



Hình 9.13. Vị trí lắp đặt của KVR và NRD trong hệ thống lạnh, điều chỉnh áp suất ngưng tụ bằng ứ lỏng, vô hiệu hóa một phần dàn ngưng.



Hình 9.12. Van điều chỉnh áp suất ngưng tụ KVR và áp suất bình chứa NRD :

a) Van KVR

1 - nắp bịt ; 2 - đệm kín ; 3 - vít đặt áp suất ; 4 - lò xo chính ; 5 - thân van ; 6 - hộp xếp cân bằng ; 7 - tấm van ; 8 - đế van ; 9 - cơ cấu đệm ; 10 - đầu nối áp kế ; 11 - mũ ; 12 - đệm kín ; 13 - kim lót.

b) Van NRD

1 - pittông ; 2 - tấm van ; 3 - dẫn hướng pittông ; 4 - thân van ; 5 - lò xo.

**Giải :**

Gọi diện tích dàn ngưng mùa hè yêu cầu là  $F_H$  :

$$Q_o = kF\Delta t$$

Mùa hè :

$$F_H = \frac{Q_{OH}}{k \cdot \Delta t_H} = \frac{20}{k(50 - 35)} = \frac{20}{15k}$$

Diện tích dàn ngưng mùa đông yêu cầu là  $F_D$  :

$$F_D = \frac{Q_{OD}}{k \cdot \Delta t_D} = \frac{10}{k(50 - 15)} = \frac{10}{45k}$$

$$\text{Tỷ số : } F_D / F_H = \frac{10}{k \cdot 45} \cdot \frac{15k}{20} = 17\%$$

Giả sử hệ số truyền nhiệt là giống nhau, áp suất và nhiệt độ ngưng tụ yêu cầu là như nhau thì diện tích trao đổi nhiệt dàn

ngưng mùa đông chỉ bằng khoảng 17% so với mùa hè. Vì vậy, muốn đạt áp suất như vậy, van KVR phải cho ngập lỏng khoảng 83% diện tích dàn.

Khi áp suất bình chứa tụt xuống dưới mức cho phép van NRD mở cho hơi nóng từ máy nén trực tiếp đi vào bình chứa để tăng áp đáp ứng yêu cầu.

Bảng 9.5 giới thiệu đặc tính kỹ thuật một số van KVR cho R22 phụ thuộc vào nhiệt độ ngưng tụ, hiệu áp qua van, độ dịch chuyển offset.

**BẢNG 9.5. Năng suất lạnh lỏng  $Q_0$  của van KVR phụ thuộc vào nhiệt độ ngưng tụ  $t_k$ , hiệu áp qua van  $\Delta p$  và offset cho R22**

Kiểu	Nhiệt độ ngưng tụ $t_k$ , °C	Offset 1,5 bar					Offset 1,5 bar				
		Hiệu áp $\Delta p$ , bar					Hiệu áp $\Delta p$ , bar				
		0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6
KVR 12	30	19,8	28,1	39,7	56,2	79,4	35,6	50,4	71,3	100,9	142,9
KVR 15	40	17,8	25,2	35,6	50,4	71,3	32,0	45,3	64,0	90,6	128,3
KVR 22	50	15,7	22,2	31,4	44,4	62,9	28,2	39,9	56,4	79,9	113,1
KVR 26	30	50,7	71,7	101,4	143,4	202,9	91,2	129,0	182,5	258,2	365,5
KVR 35	40	45,9	63,4	91,0	128,7	182,1	81,9	115,8	163,9	231,8	328,2
	50	40,1	56,8	80,3	113,6	160,7	72,2	102,1	144,4	204,4	289,3

Năng suất tính theo nhiệt độ quá lạnh 0°C và nhiệt độ bay hơi -10°C, nhiệt độ quá nhiệt hơi hút 0°C. Nếu nhiệt độ bay hơi thay đổi phải nhân với hệ số hiệu chỉnh bằng 9.6.

**BẢNG 9.6. Hệ số hiệu chỉnh cho nhiệt độ bay hơi khác nhau**

$t_0$ , °C	-40	-3	-20	-10	0	10
R22	0,91	0,94	0,97	1,0	1,03	1,05

Khi hơi nóng qua van, năng suất lạnh giảm đi từ 4 ÷ 6 lần. Các số liệu cho R134a và R404A cho trong catalog của Danfoss [13]

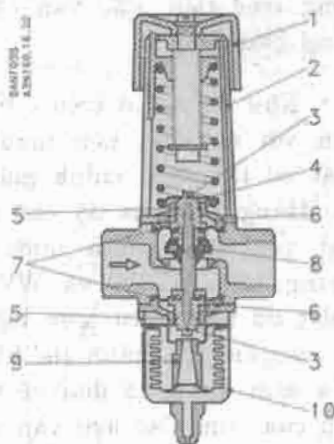
### 9.3.2.2. Van điều chỉnh nước giải nhiệt bình ngưng

Van điều chỉnh nước giải nhiệt cho bình ngưng cũng nhằm duy trì áp suất ngưng tụ không đổi trong bình ngưng và để tiết kiệm nước giải nhiệt.

Van điều chỉnh nước cũng chia làm hai loại tác động trực tiếp và tác động gián tiếp.

Hình 9.14. giới thiệu van điều chỉnh nước giải nhiệt bình ngưng kiểu WVFX-10 ÷ 25 của Danfoss. Tấm van (8) được làm bằng đồng và được dán chín một lớp cao su đặc biệt thành một tấm đệm kín ép lên đế van. Van được làm kín với bên ngoài bằng màng (7).

Phía trên và phía dưới thân van được lắp các ống dẫn hướng làm kín bằng các đệm hình chữ O,



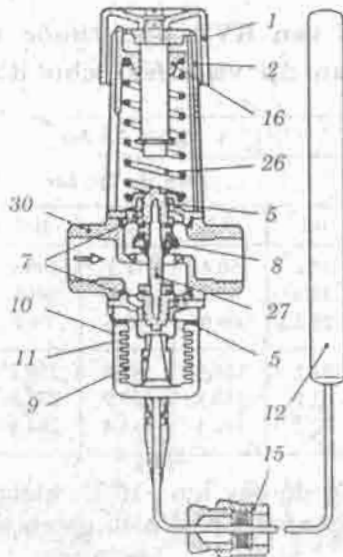
WVFX 10 ÷ 25

**Hình 9.14.** Van điều chỉnh nước giải nhiệt bình ngưng

kiểu WVFX-10 ÷ 25 của Danfoss:

- 1 - tay vặn;
- 2 - lò xo;
- 3 - dẫn hướng ty van;
- 4 - vòng đỡ lò xo;
- 5 - vòng chữ O;
- 6 - ống lót dẫn hướng;
- 7 - màng đàn hồi;
- 8 - tấm van;
- 9 - đệm chống xang;
- 10 - hộp xếp l đáy.

để đảm bảo các chi tiết bên trong chuyển động một cách hoàn hảo. Các vòng đệm hình chữ O được lắp với màng đảm bảo độ kín cao với bên ngoài. Đế van bằng thép không gỉ được dập khuôn cùng với thân van. Vỏ lò xo (2) làm bằng nhôm và có rãnh dẫn hướng cho vòng đỡ lò xo và nhô ra thành hình dạng kim chỉ cho việc điều chỉnh áp suất ngưng tụ. Một thang chia vạch từ 1 ÷ 15 được đóng rivê lên thân vỏ lò xo chỉ thị độ chỉnh van.

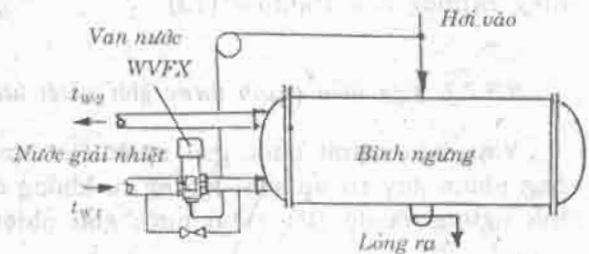


Hình 9.15. Van điều chỉnh nước giải nhiệt bình ngưng có đầu cảm nhiệt :

- 1 - mũ điều chỉnh áp suất ;
- 2 - vỏ lò xo ;
- 5 - vòng đệm chữ O ;
- 7 - màng đàn hồi ;
- 8 - tấm van hình côn ;
- 9 - thanh truyền áp suất ;
- 10 - vỏ hộp xếp ;
- 11 - chi tiết giới hạn độ dẫn của hộp xếp ;
- 12 - đầu cảm nhiệt ;
- 15 - nút ren bịt kín khi lắp đầu cảm nhiệt vào ống nước ra ;
- 16 - vòng đỡ lò xo ;
- 26 - lò xo đặt ;
- 27 - ty van ;
- 30 - thân van.

Áp suất ngưng tụ được dẫn vào hộp xếp 10 nhờ đầu nối mũ loe. Mỗi sự thay đổi nhỏ của áp suất cũng tác động đến hộp xếp và qua đó lưu lượng nước làm mát phù hợp được hiệu chỉnh. Các van có đường kính đến 40 mm được chế tạo theo kiểu tác động trực tiếp. Các van từ đường kính 32mm ÷ 100 mm được chế tạo theo kiểu tác động gián tiếp.

Như đã nói ở trên : nhiệt độ luôn gắn liền với áp suất nên muốn điều chỉnh áp suất có thể điều chỉnh gián tiếp qua nhiệt độ. Hãng Danfoss đã chế tạo nhiều chủng loại van điều chỉnh nước giải nhiệt bình ngưng kiểu AVTA và WVTS lấy tín hiệu nhiệt độ ngưng tụ trực tiếp từ bình ngưng để chuyển đổi thành tín hiệu áp suất trong đầu cảm nhiệt độ đưa về tác động lên hộp xếp của van. Các loại van này cơ bản giống như van điều chỉnh bằng áp suất trực tiếp, chỉ có thêm bộ cảm nhiệt cơ nạp mỗi chất bên trong.



Hình 9.16. Lắp đặt van điều chỉnh nước giải nhiệt bình ngưng lấy tín hiệu áp suất trực tiếp từ hơi vào bình ngưng tụ.

Hình 9.15 giới thiệu van điều chỉnh nước giải nhiệt bình ngưng sử dụng đầu cảm nhiệt kiểu AVTA của Danfoss.

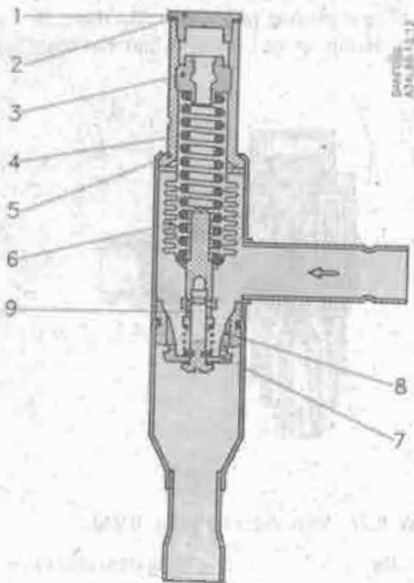
Hình 9.16 giới thiệu phương pháp lắp đặt van nước lấy tín hiệu áp suất và hình 9.17 van nước lấy tín hiệu nhiệt độ để điều chỉnh áp suất ngưng tụ.

### 9.3.3. Dụng cụ điều chỉnh năng suất lạnh

#### 9.3.3.1. Dụng cụ bypass hơi nóng KVC và CPCE

Như đã trình bày ở phần 4.23, có thể điều chỉnh năng suất lạnh bằng cách xả hơi nóng qua đường phụ bypass trở lại đường hút. Hình 9.18 giới thiệu van tự động điều chỉnh năng suất lạnh bằng bypass hơi nóng KVC của Danfoss (xem thêm hình 4.9).

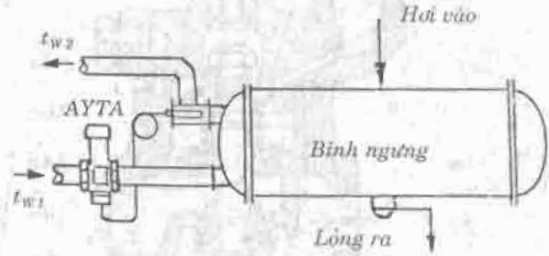
Van tự động mở khi áp suất đường ra giảm. Áp suất đường ra của van tương ứng với áp suất hút hay áp suất bay hơi. Nghĩa là khi áp suất bay hơi giảm xuống dưới mức quy định tương ứng với sự giảm năng suất lạnh yêu cầu, van mở ra để xả hơi nóng trực tiếp về phía hút. Áp suất bay hơi càng nhỏ, cửa van mở càng lớn và ngược lại khi áp suất hút tăng (do tải nhiệt dàn bay hơi tăng) van sẽ tự động đóng. Áp suất bay hơi được điều chỉnh nhờ vít 3.



KVC

Hình 9.18. Van điều chỉnh năng suất lạnh bypass hơi nóng về đường hút kiểu KVC của Danfoss :

- |                                 |                            |
|---------------------------------|----------------------------|
| 1 - nắp bảo vệ ;                | 6 - hộp xếp cân bằng ;     |
| 2 - đệm kín ;                   | 7 - tấm van ;              |
| 3 - vít đặt và điều chỉnh van ; | 8 - đế van ;               |
| 4 - lò xo chính ;               | 9 - cơ cấu đệm chống xung. |
| 5 - thân van ;                  |                            |



Hình 9.17. Lắp đặt van điều chỉnh nước giải nhiệt lấy tín hiệu nhiệt độ nước ra  $t_{w2}$  để điều chỉnh gián tiếp áp suất bình ngưng.

Áp suất dầu vào (hay áp suất ngưng tụ) không ảnh hưởng đến độ mở của van KVC vì van được trang bị hộp xếp cân bằng (6). Hộp xếp cân bằng có diện tích bề mặt hiệu dụng tương đương với diện tích bề mặt của đế van.

Van cũng được trang bị một cơ cấu đệm chống xung hiệu quả để chống lại các xung động thường xảy ra trong máy lạnh.

Cơ cấu đệm chống xung đảm bảo van hoạt động lâu bền, tin cậy và độ chính xác điều chỉnh cũng không bị suy giảm.

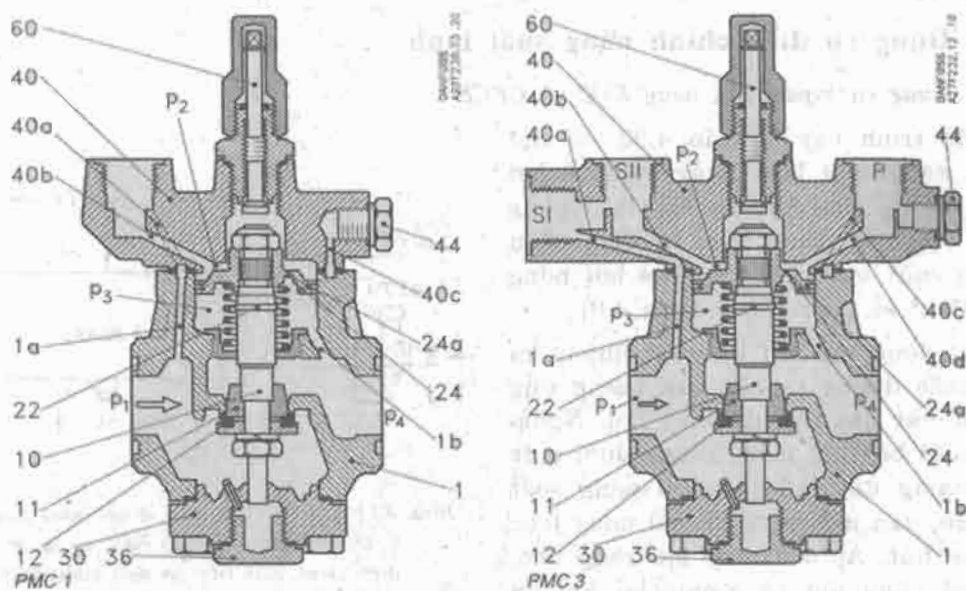
Các van KVC 12, 15, 22 có phạm vi điều chỉnh hiệu áp từ 0,2 đến 6 bar, nhiệt độ làm việc tối đa của hơi nóng là 106°C, áp suất làm việc tối đa 28 bar, áp suất thử 31 bar.

Các van kiểu CPCE là các loại van tác động gián tiếp nhờ tín hiệu áp suất. Chức năng tương tự như van KVC.

#### 9.3.3.2. Van bypass hơi nóng với van chủ PMC và pilot CVC

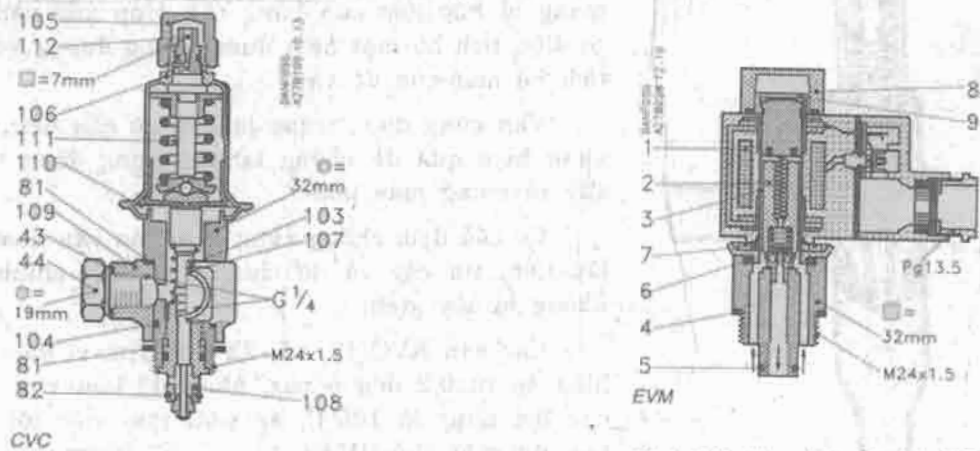
Cấu tạo của van chủ PMC1 và PMC3 được giới thiệu trên hình 9.19 và van pilot CVC cũng như EVM giới thiệu trên hình 9.20 và 9.21.

Các van PMC và CVC được dùng để điều chỉnh năng suất lạnh bằng bypass hơi nóng cho các hệ thống lạnh freon và amoniác. PMC là van chủ được sử dụng cùng với các van pilot khác nhau và dùng cho tất cả các loại cấp lỏng :



Hình 9.19. Van chủ PMC1 và PMC3 :

1 - thân van ; 1a, 1b - các kênh trong thân van ; 10 - trục điều chỉnh ; 11 - tấm van hình côn để tiết lưu ; 12 - đế van ; 22 - vòng khóa ; 24 - pittông phụ (pittông trợ động) ; 24a - lỗ cân bằng ở pittông phụ ; 30 - nắp đáy ; 36 - nút bít ; 40 - nắp trên ; 40a, b, c, d - các kênh trên nắp trên ; 44 - nút khóa để lắp áp kế ; 60 - vít mở van bằng tay.



Hình 9.20. Van pilot CVC:

43 - đệm kín ; 44 - nút khóa lắp áp kế ; 81 - đệm kín ; 82 - vòng đệm chữ O ; 103 - đầu nối banjo ; 104 - vòng đệm chữ O ; 105 - mũ bảo vệ ; 106 - vòng đệm chữ O ; 107 - đầu nối tín hiệu ; 108 - lỗ van phụ ; 109 - đầu nối banjo ; 110 - màng đàn hồi ; 111 - lò xo ; 112 - vít đặt, vít điều chỉnh.

Hình 9.21. Van điện tử pilot EVM :

1 - cuộn dây ; 2 - lõi sắt ; 3 - ống dẫn hướng lõi sắt ; 4 - đệm kín ; 5 - vòng đệm chữ O ; 6 - vòng đệm kín ; 7 - vòng ngăn ; 8 - mũ ; 9 - nút khóa.

- Dẫn bay hơi trực tiếp
- Hệ thống cấp lỏng bằng bơm tuần hoàn
- Cấp lỏng tự nhiên

Nhiệm vụ của van điều chỉnh năng suất lạnh là tương hợp năng suất cố định của máy nén với tải lạnh thay đổi của hệ thống. Có thể lắp van chủ PMC với van pilot CVC trên đường nối tắt giữa đầu đẩy và đầu hút của máy nén để đạt được mục đích trên.



Nếu tải lạnh trên dàn bay hơi giảm, sẽ có một tải lạnh "nhân tạo" là hơi nóng tiết lưu trở lại qua bypass quay lại dàn bay hơi bù cho sự hụt tải lạnh của dàn.

Van chủ điều biến dòng chảy tương ứng với tín hiệu của van pilot. Độ mở của van chủ được xác định bởi hiệu áp suất : giữa áp suất  $p_2$  tác động lên đầu pittông phụ (24) và áp suất  $p_3$ , tác động phía dưới pittông phụ.

Nếu hiệu áp bằng không, van chủ đóng hoàn toàn.

Nếu hiệu áp là 0,3 bar trở lên, van chủ mở hoàn toàn

Nếu hiệu áp ( $p_2 - p_3$ ) giữa 0,07 và 0,2 bar, độ mở van chủ tỷ lệ tương ứng.

Do kênh 1b ở thân van, áp suất  $p_3$  bằng áp suất  $p_4$  cửa ra của van. Độ mở của van chủ được điều chỉnh bằng áp suất  $p_2$  bằng hoặc lớn hơn áp suất  $p_4$ .

Áp suất  $p_2$  tối đa có thể tác động lên pittông phụ là  $p_{2max} = p_1$ , áp suất vào van chính. Áp suất  $p_1$  có thể được dẫn vào phía trên pittông phụ qua các kênh (1a, 40a, 40b, 40c, 40d), qua thân van(1) nắp trên (40) qua các van pilot.

Độ mở của các van pilot quyết định độ lớn của  $p_2$  và độ lớn của  $p_2$  quyết định độ mở của van chủ. Điều đó có nghĩa là lỗ cân bằng (24a) trong pittông phụ (24) đảm bảo  $p_2$  cân bằng tương ứng với độ mở của van pilot.

Khi lắp van CVC lên nắp van chủ thì van chủ PMC1 mở khi  $p_s$  ở đầu nối tín hiệu (107) nằm ở dưới điểm đặt.

Van chủ PMC3 có 3 đầu nối ren cho 3 van pilot, trong đó 2 cái được mắc nối tiếp và 1 cái mắc song song (nối tiếp là SI và SII ; song song là P). Nếu chỉ một van pilot cũng đủ cho chức năng điều khiển yêu cầu thì 2 đầu nối ren còn lại phải dùng nút khóa tương ứng kèm theo để khóa lại.

### 9.3.3.3. ADAP-KOOL kiểu AK30

AK30 là hệ thống điều chỉnh và giám sát năng suất lạnh của những hệ thống lạnh lớn. Hệ thống AK30 một mặt tối ưu năng suất của máy nén và thiết bị ngưng tụ đồng giám sát liên tục sự hoạt động của toàn bộ hệ thống lạnh.

AK30 đặc biệt thích hợp cho những hệ thống lạnh cần giám sát đến từng máy nén lạnh của hệ thống với nhiều máy nén, nhiều dàn bay hơi, nhiều bơm...

Hình 9.22 giới thiệu hình ảnh của hệ thống điều chỉnh và giám sát năng suất lạnh AK30.



Hình 9.22. ADAP KOOL kiểu AK30 - điều chỉnh và giám sát năng suất lạnh

Hệ thống AK30 có các chức năng sau :

a) *Điều chỉnh năng suất lạnh*

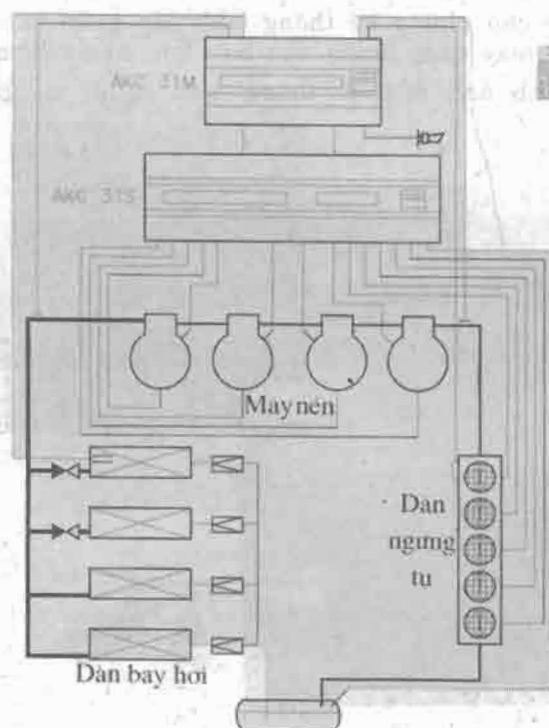
- Điều chỉnh năng suất lạnh qua điều chỉnh áp suất hút,
- Điều chỉnh năng suất lạnh qua điều chỉnh nhiệt độ,
- Tối ưu hóa việc sử dụng và kết hợp các máy nén trong hệ thống lạnh,
- Điều chỉnh các máy nén khác nhau theo kiểu máy và nhu cầu, có thể kết hợp max 8 pittông hoặc máy nén trục vít,
- Sử dụng chương trình để ấn định sự sử dụng máy nén,
- Điều chỉnh tối ưu thiết bị ngưng tụ theo nhiệt độ và áp suất bên ngoài,
- Có khả năng điều chỉnh max 8 bình ngưng và tháp giải nhiệt,
- Sử dụng chương trình để ấn định sự sử dụng thiết bị ngưng tụ,
- Sử dụng chương trình để cân bằng máy nén và dàn ngưng,
- Điều chỉnh các bơm hệ thống lạnh.

b) *Kiểm soát năng lượng*

- Kiểm soát năng lượng tiêu thụ của hệ thống lạnh theo biểu giá,
- Kiểm soát tiêu thụ năng lượng tối đa cho phép.

c) *Làm lạnh nước và nước muối*

- Điều chỉnh máy làm lạnh nước và nước muối theo nguyên tắc điều chỉnh tối ưu nhiệt độ và áp suất.
- Điều chỉnh max 8 máy làm lạnh nước muối theo nhiệt độ thường.



Hình 9.23. Ứng dụng của AKC cho một hệ thống lạnh 4 máy nén, 5 dàn ngưng và 4 dàn bay hơi.

d) *Giám sát và báo hiệu*

- Giám sát và điều chỉnh an toàn ưu thế cho hệ thống để phòng chế độ làm việc nguy hiểm về nhiệt độ, áp suất và điện cung cấp.

- Xử lý an toàn và báo động ưu thế trong trường hợp sự cố máy nén, bình ngưng và bơm.

- Có thể lựa chọn chức năng báo động ưu tiên hoặc theo chương trình.

e) *Vận hành, bảo dưỡng, sửa chữa*

- Hệ thống AKC30 được trang bị với chính hộp điều khiển có màn hình chỉ thị tức khắc các điều kiện vận hành. Hộp điều khiển rất nhỏ và dễ lắp đặt.

- Sự vận hành và giám sát của AKC30 có thể được thực hiện trực tiếp bằng hộp điều khiển của nó hoặc nối vào một máy tính cá nhân PC bên ngoài.

- Từ một máy vi tính PC, hệ thống lạnh có thể được giám sát qua hệ thống báo động, báo hiệu và toàn bộ số liệu có thể được ghi và tập hợp lại trong bộ nhớ.

Hình 9.23. giới thiệu ứng dụng của AKC 31M và 31S cho hệ thống lạnh

### 9.3.4. Dụng cụ điều chỉnh áp suất hút hay áp suất cacte

Hình 9.24 giới thiệu van điều chỉnh áp suất hút (hay áp suất cacte của Danfoss kiểu KVL).

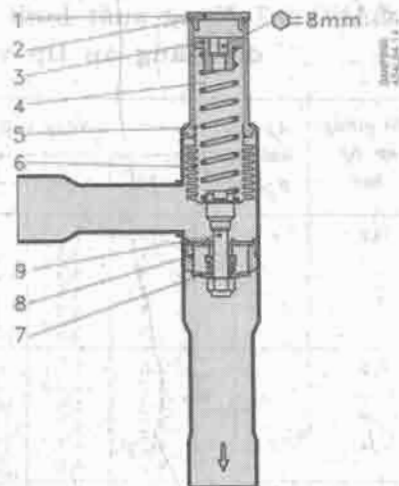
Van KVL mở khi áp suất phía ra của van giảm xuống dưới giá trị đặt, nghĩa là áp suất hút hay áp suất cacte giảm xuống dưới giá trị đặt không phụ thuộc vào áp suất đầu vào dao động ra sao vì van được trang bị một hộp xếp cân bằng phía môi chất vào. Diện tích bề mặt hiệu dụng của hộp xếp tương đương với diện tích bề mặt hiệu dụng của tấm van.

Cơ cấu chống xung làm giảm xung động thường xảy ra trong hệ thống lạnh đảm bảo các chỉ tiết làm việc tin cậy, tuổi thọ cao và độ chính xác cao.

Mục đích của việc khống chế áp suất hút là đảm bảo tránh quá tải cho động cơ máy nén trong trường hợp phụ tải dàn lạnh tăng đột ngột và kéo dài, áp suất và nhiệt độ ngưng tụ tăng cao, đặc biệt khi xả lạnh các hệ thống lạnh sau các thời gian dài dừng máy, cũng như sau chu kỳ xả băng.

Trong những máy lạnh nhiệt độ thấp van điều chỉnh áp suất hút không những có thể giảm tối đa công suất động cơ lắp đặt mà giảm cả kích cỡ của dàn ngưng tụ.

Hình 9.25 giới thiệu sự phụ thuộc của công suất động cơ yêu cầu vào nhiệt độ hút và nhiệt độ ngưng tụ.



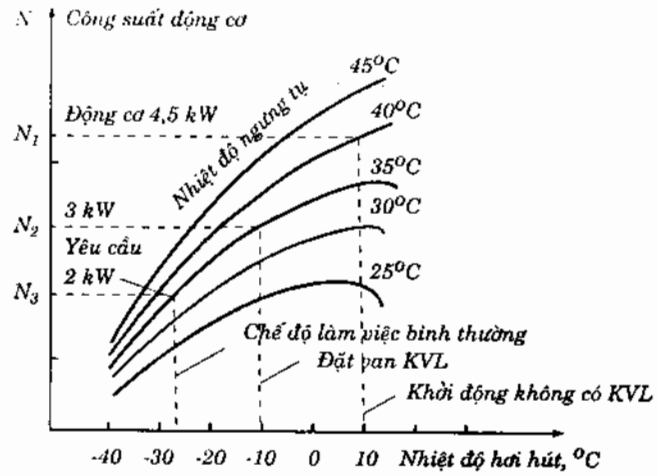
KVL

Hình 9.24. Van điều chỉnh áp suất hút KVL của Danfoss :

- |                               |                        |
|-------------------------------|------------------------|
| 1 - mũ bảo vệ ;               | 6 - hộp xếp cân bằng ; |
| 2 - đệm kín ;                 | 7 - tấm van ;          |
| 3 - vít hiệu chỉnh, vít đặt ; | 8 - đế van ;           |
| 4 - lò xo chính ;             | 9 - cơ cấu chống xung. |
| 5 - thân van ;                |                        |

Thí dụ một máy lạnh có chế độ làm việc bình thường ở nhiệt độ sôi  $-26^{\circ}\text{C}$ , nhiệt độ ngưng tụ  $+35^{\circ}\text{C}$ . Khi làm việc ổn định ở chế độ này, động cơ lắp đặt cho máy nén chỉ cần 2kW là đủ. Nhưng vì khi xả lạnh, khi khởi động lại và khi phá băng, do tải lạnh của dàn lớn, nhiệt độ ngưng tụ bị tăng lên, nhiệt độ bay hơi cũng như nhiệt độ hơi hút về máy nén tăng, động cơ chọn cho máy nén phải tăng tới 4,5kW để đảm bảo quá tải trong các điều kiện trên.

Nếu sử dụng van không chế áp suất hơi hút KVL và không chế nhiệt độ hơi hút ở  $-10^{\circ}\text{C}$  thì công suất động cơ cần lắp có thể giảm xuống 3kW. Để ổn định máy lạnh chỉ làm việc cao nhất ở chế độ này, ta có thể tiến hành chọn dàn bay hơi và dàn ngưng tụ phù hợp.



Hình 9.25. Sự phụ thuộc của công suất động cơ vào nhiệt độ hút và ngưng tụ.

**BẢNG 9.7. Năng suất lạnh của van KVL phụ thuộc nhiệt độ hút  $t_0$ , độ giáng áp  $\Delta p$  và áp suất hút  $p_h$  môi chất lạnh R22**

Kiểu	Độ giáng áp $\Delta p$ bar	Áp suất hút max $p_h$ , bar	Năng suất lạnh $Q_0$ , kW phụ thuộc nhiệt độ hút sau van, $t_0$ , $^{\circ}\text{C}$															
			-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10						
KVL12 KVL15 KVL22	0,1	1	1,9	1,2														
		2	3	3,3	3,1	2,1	0,2											
		3	3	3,3	3,7	4,1	4,0	2,5										
		4	3	3,3	3,7	4,1	4,6	5	3,9	0,1								
		5	3	3,3	3,7	4,1	4,6	5	5,5	5,2	1							
		6	3	3,3	3,7	4,1	4,6	5	5,5	6	6,2	1,3						
	0,2	1	2,6	1,7														
		2	4,2	4,7	4,4	3,0	0,2											
		3	4,2	4,7	5,3	5,9	5,6	3,1										
		4	4,2	4,7	5,3	5,9	6,5	7,1	5,5	0,1								
		5	4,2	4,7	5,3	5,9	6,5	7,1	7,8	7,3								
		6	4,2	4,7	5,3	5,9	6,5	7,1	7,8	8,5	8,7	1,9						
	0,3	1	3,2	2														
		2	5,2	5,8	5,4	3,7	0,3	3,8										
		3	5,2	5,8	6,5	7,2	6,9	8,8										
		4	5,2	5,8	6,5	7,2	8	8,8	6,7	0,2								
		5	5,2	5,8	6,5	7,2	8	8,8	9,6	9	1,7							
		6	5,2	5,8	6,5	7,2	8	8,8	9,6	10,5	10,7	2,3						
KVL28 KVL35	0,1	1	4,1	2,6														
		2	7,4	7,9	7	4,6	0,4											
		3	7,4	8,3	9,3	10,3	8,9	4,7										
		4	7,4	8,3	9,3	10,3	11,4	12,3	8,5	0,2								
		5	7,4	8,3	9,3	10,3	11,4	12,6	13,8	11,6	2,2							
		6	7,4	8,3	9,3	10,3	11,4	12,6	13,8	15,1	13,9	2,8						
	0,2	1	5,8	3,6														
		2	10,6	11,2	9,8	6,5	0,5											
		3	10,6	11,8	13,2	14,7	12,5	6,6										
		4	10,6	11,8	13,2	14,7	16,2	17,5	12	0,3								
		5	10,6	11,8	13,2	14,7	16,2	17,5	19,6	16,4	3,1							
		6	10,6	11,8	13,2	14,7	16,2	17,5	19,6	21,4	19,6	4						
	0,3	1	7	4,4														
		2	13	13,8	12,1	8	0,6											
		3	13	14,6	16,3	18	15,4	8,1										
		4	13	14,6	16,3	18	19,9	21,5	14,7	0,3								
		5	13	14,6	16,3	18	19,9	21,5	24,1	20	3,7							
		6	13	14,6	16,3	18	19,9	21,5	24,1	26,3	24,1	4,9						

Các van điều chỉnh áp suất hút không sử dụng được cho các máy gia lạnh hoặc kết đông vì ở đây phải sử dụng hết công suất máy ở nhiệt độ cao để gia lạnh hoặc kết đông sản phẩm trong thời gian tối thiểu để đảm bảo chất lượng sản phẩm.

Bảng 9.7 giới thiệu năng suất lạnh của van phụ thuộc vào nhiệt độ hơi hút  $t_h$ , độ giáng áp (hiệu áp) ở van  $\Delta p$  và áp suất hút tối đa  $p_h$  đối với môi chất lạnh R22 trích từ catalog của Danfoss.

**Thí dụ 9.3 :**

Cho biết :

- Nhiệt độ hơi hút  $t_h = -25^\circ\text{C}$  (tương ứng nhiệt độ bay hơi  $t_o$ )
- Năng suất lạnh dàn bay hơi  $Q_o = 12 \text{ kW}$ ,
- Độ giáng áp qua van  $\Delta p = 0,3 \text{ bar}$ ,
- Nhiệt độ quá lạnh trước van tiết lưu  $+35^\circ\text{C}$ ,
- Áp suất bay hơi cần duy trì 3 bar (áp suất dư).

- Xác định : - Năng suất lạnh của van,  
 - Chọn van theo Danfoss,  
 - Nếu van mở toàn bộ, nhiệt độ tối thiểu là bao nhiêu ?

**Giải :**

Năng suất lạnh của van :

$$Q_{ov} = Q_o \cdot f_3, \text{ kW}$$

trong đó  $f_3$  là hệ số hiệu chỉnh phụ thuộc nhiệt độ quá lạnh lỏng trước van tiết lưu  $t_3$

$t_3, ^\circ\text{C}$	+15	+20	+25	+30	+35	+40
$f_3$ cho R22	0,93	0,96	1,0	1,04	1,09	1,14

$$Q_{ov} = 12 \cdot 1,09 = 13,08 \text{ kW}$$

Tra bảng 9.7 với  $\Delta p = 0,3$ ,  $p_h = 3 \text{ bar}$  (áp suất dư), nhiệt độ hút  $-25^\circ\text{C}$  được 16,3 kW. Như vậy chọn van KVL 28 hoặc 35 là phù hợp. Tùy theo đường kính ống hút to thì chọn 35 còn nhỏ thì 28 cho phù hợp vì cả 2 loại van này có năng suất lạnh giống nhau chỉ khác nhau đường kính ống nối danh nghĩa.

Nếu  $\Delta p = 0,2$ ,  $p_h = 3 \text{ bar}$ ,  $Q_{ov} = 13,2 \text{ kW}$  vẫn phù hợp. Như vậy có thể sử dụng cả van có độ giáng áp 0,2 bar.

Nếu van mở hoàn toàn, áp suất hút ở máy nén :

$$p_h = p_o - \Delta p = 2,0 \text{ bar} - 0,2 = 1,8 \text{ bar}$$

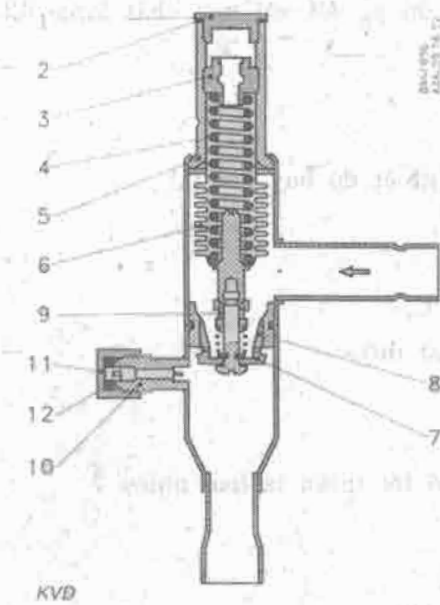
$$t_{hmin} = -27,8^\circ\text{C} \text{ van sẽ mở hoàn toàn.}$$

### 9.3.5. Dụng cụ điều chỉnh áp suất bình chứa

Như đã trình bày ở mục 9.3.2, trong nhiều trường hợp vận hành máy lạnh áp suất bình chứa đóng vai trò quan trọng trong việc cấp đầy đủ lỏng cho các dàn bay hơi khi chế độ làm việc thay đổi, đặc biệt ở chế độ làm việc mùa đông, nhiệt độ nước làm mát hoặc không khí làm mát (giải nhiệt) có nhiệt độ thấp làm cho áp suất ngưng tụ giảm,

áp suất bình chứa cũng giảm theo. Để duy trì áp suất bình chứa người ta thường đưa hơi nóng từ máy nén trực tiếp vào bình chứa.

Hình 9.26 giới thiệu van điều chỉnh áp suất bình chứa kiểu KVD của Danfoss.



Hình 9.26. Van điều chỉnh áp suất bình chứa KVD :

- |                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| 1 - nắp bảo vệ ;       | 7 - tấm van ;          |
| 2 - đệm kín ;          | 8 - đế van ;           |
| 3 - vít điều chỉnh ;   | 9 - cơ cấu giảm xung ; |
| 4 - lò xo chỉnh ;      | 10 - đầu nối áp kế ;   |
| 5 - thân van ;         | 11 - mũ ;              |
| 6 - hộp xếp cân bằng ; | 12 - đệm kín ;         |

Van điều chỉnh áp suất bình chứa KVD mở khi áp suất trong bình chứa (lỗ ra của van) giảm xuống dưới mức quy định hay dưới giá trị đặt trên van. KVD chỉ mở theo áp suất của ra mà không phụ thuộc vào áp suất dao động ở cửa vào vì van được trang bị hộp xếp cân bằng. Van KVD cũng có cơ cấu giảm xung giống như một số loại van tương tự đã trình bày ở trên.

Cách lắp đặt giống như van NRD ở hình 9.13.

## CHƯƠNG 10

# CÁC DỤNG CỤ TỰ ĐỘNG ĐIỀU CHỈNH, BÁO HIỆU, BẢO VỆ NHIỆT ĐỘ VÀ HIỆU NHIỆT ĐỘ

Các thiết bị điều khiển, điều chỉnh, báo hiệu và bảo vệ nhiệt độ và hiệu nhiệt độ cũng được chia làm 2 nhóm chính : các dụng cụ điều chỉnh 2 vị trí (dụng cụ có đặc tính role) và các dụng cụ điều chỉnh liên tục.

Các dụng cụ điều khiển, điều chỉnh, báo hiệu và bảo vệ nhiệt độ, giống như áp suất, cũng được trang bị các bộ biến đổi nhiệt độ. Nhờ các bộ biến đổi này mà sự thay đổi nhiệt độ do các phần tử cảm nhiệt thu nhận được biến đổi thành các tín hiệu tương ứng như độ dịch chuyển cơ khí (độ dãn nở của hộp xếp, thanh lưỡng kim hay màng đàn hồi...).

Các dụng cụ có đặc tính role và liên tục sử dụng các bộ biến đổi giống nhau nên ta đề cập đến ngay ở đầu chương này.

### 10.1. CÁC BỘ BIẾN ĐỔI NHIỆT ĐỘ

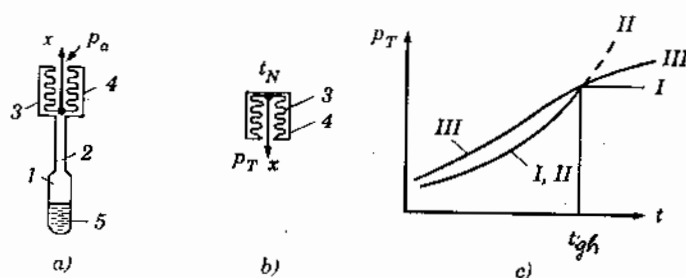
Người ta sử dụng các bộ biến đổi nhiệt độ khác nhau cho các dụng cụ tự động nhiệt độ khác nhau. Nhờ các bộ biến đổi này mà nhiệt độ và sự thay đổi nhiệt độ hoặc hiệu nhiệt độ được biến đổi thành sự dịch chuyển cơ học hoặc thành đại lượng điện...

Trong các dụng cụ tự động nhiệt độ trong hệ thống lạnh, các bộ biến đổi nhiệt độ thường là dạng áp kế, dạng lưỡng kim hoặc điện trở (resistor).

#### 10.1.1. Hệ thống biến đổi nhiệt áp

Hệ thống biến đổi nhiệt áp dùng để gọi tắt các hệ thống biến đổi các tín hiệu nhiệt độ ra áp suất sau đó ra sự dịch chuyển cơ học của hộp xếp hoặc màng đàn hồi, có thể thực hiện từ xa hoặc tại chỗ.

Hình 10.1 biểu diễn sơ đồ nguyên lý của bộ biến đổi nhiệt áp từ xa và tại chỗ cũng như các đặc tính của hệ thống nhiệt biến đổi nhiệt độ thành áp suất hơi của môi chất trong phần tử cảm biến cũng như tính chất hấp thụ hơi của các phân tử.



Hình 10.1. Sơ đồ nguyên lý hệ thống biến đổi nhiệt áp từ xa (a) và tại chỗ (b) cũng như đặc tính nhiệt độ - áp suất hơi I (c)  $t_N$  - nhiệt độ bên ngoài ;  $p_i$  - áp suất bên trong đầu cảm nhiệt ;  $p_a$  - áp suất môi trường bên ngoài ;  $x$  - độ dịch chuyển cơ học ;  
1 - đầu cảm nhiệt ; 2 - ống mao dẫn tín hiệu áp suất ;  
3 - hộp xếp ; 4 - vỏ ngoài hộp xếp ; 5 - chất lỏng.

Hệ thống biến đổi nhiệt áp từ xa gồm hộp xếp 3, bầu cảm nhiệt 1 và ống mao dẫn tín hiệu áp suất từ bầu cảm nhiệt 1 đến hộp xếp 3. Trong bầu cảm nhiệt 1 có chứa hơi một chất lỏng hoặc hỗn hợp chất lỏng dễ bay hơi, có khả năng biến đổi nhiệt độ trong phạm vi làm việc ra áp suất (áp suất hơi bão hòa), để truyền tín hiệu áp suất đó về hộp xếp, làm co giãn hộp xếp hay tín hiệu dịch chuyển cơ học. Tín hiệu dịch chuyển cơ học  $x$  của dụng cụ sẽ tác động trực tiếp lên phần tử điều chỉnh. Phần tử điều chỉnh có thể là 2 vị trí (đóng, ngắt mạch điện) hoặc liên tục tỷ lệ...

Trong một số trường hợp người ta sử dụng hệ thống nhiệt áp tại chỗ (hình 10.1b) nên không cần ống mao dẫn. Bầu hộp xếp đóng vai trò bầu cảm nhiệt 1. Trong bầu hộp xếp cũng được nạp chất lỏng dễ bay hơi giống như bầu cảm nhiệt, và áp suất trong bầu hộp xếp cũng biến thiên hoàn toàn tương ứng với sự biến thiên nhiệt độ phía ngoài hộp xếp.

Hệ thống biến đổi nhiệt áp cũng được chia làm 2 loại là hộp xếp như hình 10.1a, b và loại màng đàn hồi như hình 9.1d, e (chương 9).

Hệ thống biến đổi nhiệt áp kiểu màng đàn hồi có kết cấu đơn giản hơn, dễ chế tạo hơn và trong một số trường hợp có kết cấu gọn nhẹ hơn, nhưng độ dịch chuyển cơ học ở đây không có độ tuyến tính cao.

Nếu yêu cầu biến đổi nhiệt áp có độ tuyến tính cao, cần thiết phải sử dụng hệ thống biến đổi nhiệt áp kiểu hộp xếp. Các hộp xếp có độ chênh biến đổi nhiệt áp thuận nghịch không lớn.

Các hệ cảm nhiệt theo môi chất sử dụng được chia làm 3 loại : hơi chất lỏng (hoặc hỗn hợp chất lỏng) và chất hấp phụ.

*Hệ nhiệt áp nạp hơi.* Khi nạp hơi, thông thường người ta sử dụng hơi bão hòa (thường của chính các freon sử dụng trong hệ thống lạnh) có giới hạn nhiệt độ. Hệ biến đổi nhiệt áp làm việc trong phạm vi nhiệt độ dưới giới hạn nghĩa là trong hệ thống luôn có hơi bão hòa và lỏng ngưng. Nhiệt độ giới hạn  $t_{gh}$  được chọn sao cho nó phải lớn hơn nhiệt độ nhảy cảm yêu cầu lớn nhất.

Trên hình 10.1c, đường I biểu thị sự phụ thuộc của áp suất  $p_1$  trong bầu cảm nhiệt vào nhiệt độ. Vùng nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ giới hạn  $t_{gh}$  tương ứng với vùng hơi bão hòa, tồn tại cả lỏng và hơi. Vùng trên nhiệt độ giới hạn tương ứng hơi quá nhiệt, khi đó trong bầu cảm nhiệt không còn tồn tại lỏng mà chỉ còn hơi quá nhiệt.

Ưu điểm của hệ nhiệt áp là kích thước của bầu cảm nhỏ, quán tính nhiệt nhỏ, và có sự giới hạn áp suất  $p_1$  trong vùng nhiệt độ cao nên giảm được yêu cầu về độ bền vững của các chi tiết của bộ đàn hồi (hộp xếp hoặc màng đàn hồi).

Nhược điểm của hệ nhiệt áp này là không có khả năng làm việc trong các điều kiện khi nhiệt độ bầu cảm lớn hơn nhiệt độ các phần còn lại của hệ. Chẳng hạn khi nhiệt độ của hộp xếp hoặc của màng đàn hồi nhỏ hơn nhiệt độ đầu cảm thì môi chất sẽ ngưng tụ trên bề mặt của chi tiết đàn hồi (hộp xếp hoặc màng) do đó áp suất trong hệ không còn là áp suất bão hòa và không phản ánh đúng nhiệt độ ở bầu cảm.

*Hệ nhiệt áp nạp lỏng* với bầu cảm nhiệt lớn hơn và nạp không dưới 2/3 thể tích bầu, thể tích bầu không nhỏ hơn 1/2 thể tích hệ. Hệ nhiệt áp này với phương pháp nạp lỏng như vậy đảm bảo hệ làm việc được ở dải nhiệt độ áp suất tương ứng rộng hơn. Hầu như trong mọi trường hợp, luôn tồn tại dạng lỏng trong bầu cảm và như vậy áp suất trong hệ luôn phản ánh đúng nhiệt độ bầu cảm theo quan hệ áp suất hơi bão hòa.

Nhược điểm cơ bản của hệ này là yêu cầu cao về độ bền chi tiết vì áp suất có thể tăng lên cao, đặc biệt đối với chi tiết đàn hồi, vì thực tế, áp suất tăng không giới hạn theo nhiệt độ (đoạn nét đứt trên hình 10.1c)



Hệ nhiệt áp hấp thụ có đặc điểm là bầu cảm nhiệt chứa chất hấp phụ rắn (như than hoạt tính), thể tích còn lại chứa khí cacbonic CO<sub>2</sub>. Trong hệ này, áp suất trong vùng giới hạn phụ thuộc gần như tuyến tính vào nhiệt độ ở bầu cảm nhiệt. Trên hình 10.1c, đường cong III mô tả sự phụ thuộc của áp suất vào nhiệt độ bầu cảm nhiệt của hệ nhiệt áp dùng chất hấp phụ.

Vị trí và góc nghiêng của đường đặc tính phụ thuộc vào thể tích tự do của hệ và áp suất ban đầu của khí. Thể tích tự do của hệ là thể tích trong hệ trừ thể tích chiếm chỗ của chất hấp phụ. Tỷ lệ thể tích tự do và thể tích tổng của hệ càng lớn thì đường đặc tính càng thoải. Từ đó suy ra sự nhạy cảm nhiệt độ càng cao khi bầu cảm nhiệt càng lớn.

Việc tăng áp suất ban đầu của khí nạp làm cho đường đặc tính dịch sang trái. Thông thường đường III có hình dáng của chữ S.

Những nhược điểm cơ bản của hệ nhiệt áp hấp thụ là công nghệ chế tạo phức tạp và quán tính lớn (độ y lớn).

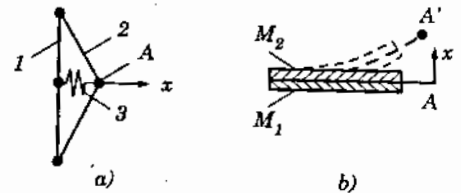
### 10.1.2. Các phần tử nhạy cảm dẫn nở nhiệt

Trong các dụng cụ tự động nhiệt, người ta sử dụng các phần tử nhạy cảm dẫn nở nhiệt để biến đổi sự dẫn nở nhiệt độ ra sự dịch chuyển cơ học để đóng mở tiếp điểm điện hoặc sự điều chỉnh liên tục. Phụ thuộc vào kết cấu có thể chia làm 2 loại : loại 2 phần tử và loại lưỡng kim.

Hình 10.2 giới thiệu các loại phần tử nhạy cảm dẫn nở nhiệt đó.

Bộ hai phần tử (hình 10.2a) gồm một tấm cứng (1) và một dải băng thép (2) để đàn hồi và được căng bằng lò xo (3). Nếu tấm và dải băng làm bằng các kim loại có độ dẫn nở nhiệt khác nhau thì khi thay đổi nhiệt độ, điểm A sẽ thực hiện một dịch chuyển x. Thí dụ, tấm (1) có hệ số dẫn nở nhiệt lớn hơn còn dải (2) có hệ số dẫn nở nhiệt bé hơn thì khi tăng nhiệt độ, tấm dài ra nên A dịch chuyển sang trái. Ngược lại nếu tấm có hệ số dẫn nở nhiệt nhỏ còn dải có hệ số dẫn nở nhiệt lớn thì khi tăng nhiệt độ điểm A dịch chuyển sang phải.

Bộ biến đổi thanh lưỡng kim (hình 10.2b) có dạng một thanh kim loại nhưng được hàn ghép từ hai kim loại khác nhau và có hệ số dẫn nở nhiệt khác nhau. Nếu kim loại M<sub>1</sub> có độ dẫn nở nhiệt lớn hơn kim loại M<sub>2</sub> thì khi tăng nhiệt độ điểm A dịch chuyển lên vị trí A' một quãng đường x.



Hình 10.2. Các phần tử nhạy cảm nhiệt  
a - bộ hai phần tử ;  
b - thanh lưỡng kim.  
1 - tấm cứng ; 2 - băng thép.

### 10.1.3. Nhiệt điện trở

Nhiệt điện trở biến tín hiệu nhiệt độ thành điện trở. Nhiệt điện trở gồm các kim loại và bán dẫn. Nhiệt điện trở hoặc nhiệt kế điện trở được chế tạo từ các dây dẫn kim loại mỏng, được quấn lên khung và đặt trong vỏ bảo vệ. Vật liệu để chế tạo nhiệt kế điện trở là các kim loại có hệ số nhiệt điện trở lớn và ổn định, tuyến tính với nhiệt độ (xem mục 1.2.4). Tương thích với các yêu cầu trên là bạch kim và niken (xem hình 1.9), đồng...

Điện trở của các dây dẫn bạch kim và niken có thể viết dưới dạng :

$$R_t = R(1 + \alpha \tau)$$

trong đó :

- R - điện trở của dây dẫn ở  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $\Omega$  ;
- $\alpha$  - hệ số tăng điện trở do nhiệt độ,  $1/\text{K}$  ; đối với kim loại  $\alpha > 0$  ;
- t - nhiệt độ,  $^{\circ}\text{C}$ .

Hệ số  $\alpha$  của bạch kim là  $3,97 \cdot 10^{-3} \text{K}^{-1}$ , của đồng là  $4,26 \cdot 10^{-3} \text{K}^{-1}$ .

Ngoài các loại nhiệt kế điện trở, người ta sử dụng các loại điện trở để bảo vệ nhiệt độ gọi là thermistor. Các thermistor có đặc tính là ở nhiệt độ thường, điện trở của nó rất thấp nhưng ở nhiệt độ cao, điện trở của nó tăng lên rất nhanh. Khi mắc nối tiếp với thiết bị cần bảo vệ nhiệt độ, khi nhiệt độ tăng cao, điện trở thermistor tăng cao và điện thế qua thiết bị cần bảo vệ tụt xuống, role bảo vệ sẽ ngắt động cơ để bảo vệ (xem thêm mục 2.2.5).

## 10.2. CÁC DỤNG CỤ ĐIỀU CHỈNH NHIỆT ĐỘ HAI VỊ TRÍ

Công dụng của các dụng cụ này là điều khiển, điều chỉnh, báo hiệu và bảo vệ nhiệt độ hoặc hiệu nhiệt độ qua cơ cấu thừa hành 2 vị trí động và ngắt (ON-OFF).

Dụng cụ loại này thường được chia làm 2 loại :

- Role nhiệt độ và role hiệu nhiệt độ,
- Thiết bị trung tâm nhiều kênh.

Role nhiệt độ (hiệu nhiệt độ) biến đổi các tín hiệu nhiệt độ hoặc hiệu nhiệt độ thành các tác động ON và OFF mạch điện điều khiển. Một role nhiệt độ như vậy điều chỉnh nhiệt độ một đối tượng nào đó và có thể điều chỉnh qua một dụng cụ thừa hành.

Thiết bị trung tâm nhiều kênh có khác biệt cơ bản với role nhiệt độ thường ở chỗ chúng cho phép nhận tín hiệu và điều chỉnh nhiều đối tượng. Để thực hiện nhiệm vụ này, người ta đặt một số đầu cảm nhiệt độ với số lượng dụng cụ thừa hành tương ứng.

### 10.2.1. Role nhiệt độ và hiệu nhiệt độ kiểu hộp xếp

Role nhiệt độ và hiệu nhiệt độ được chia thành 3 loại : có hộp xếp kiểu manomet, lưỡng kim và điện tử. Trong kỹ thuật lạnh, loại có hộp xếp được sử dụng rộng rãi nhất hiện nay, loại lưỡng kim ít được sử dụng hơn.

Phụ thuộc vào cấu tạo và cách lắp đặt có thể chia ra loại có đầu cảm nhúng chìm và đầu cảm đặt trong không khí. Đầu cảm nhiệt loại nhúng được bố trí trong các đường ống hoặc các bình chứa áp suất, loại để trong không khí dùng để lắp đặt cho các phòng lạnh.

Thông thường, role nhiệt độ được chế tạo lắp đặt trong hộp kín, chống bắn té và chống cháy nổ.

Các thông số kỹ thuật cơ bản của một role nhiệt độ bao gồm :

- Vùng điều chỉnh nhiệt độ (thí dụ  $-25 + 5^{\circ}\text{C}$ ). Đây là phạm vi nhiệt độ mà role có thể làm việc đóng ngắt. Các giá trị này được ghi trên thang chia nhiệt độ của role.

- Vì sai là hiệu nhiệt độ đóng và ngắt mạch điện khi đã đặt ở vị trí nhiệt độ yêu cầu nào đó.

- Quán tính nhiệt hay độ ỳ đặc trưng bởi độ chậm trễ phản ứng của role với nhiệt độ tác động. Quán tính nhiệt phụ thuộc vào tính chất và điều kiện làm việc của phần tử cảm biến. Người ta đánh giá quán tính nhiệt bằng chỉ số quán tính. Chỉ số này được xác định trong điều kiện trao đổi nhiệt từ môi trường nhiệt độ cần đo đến phần tử cảm biến cũng như bên trong phần tử cảm biến (chất hấp phụ và khí  $\text{CO}_2$ ).

Nếu môi trường làm việc là nước, chỉ số quán tính nhiệt được xác định như sau. Trước hết chọn nhiệt độ ban đầu  $t_1$  và nhiệt độ cuối  $t_2$  của phần tử cảm biến. Theo thang của bộ đặt, đặt nhiệt độ của role ở mức :

$$t_3 = t_1 + 0,63(t_2 - t_1)$$

Phần tử cảm biến được giữ ở nhiệt độ  $t_1$  trong một thời gian để nhiệt độ hoàn toàn ổn định, sau đó chuyển bầu cảm biến nhanh sang bình nước nóng có nhiệt độ  $t_2$  được khuấy trộn đều. Bấm đồng hồ giây ở thời điểm chuyển bầu cảm biến để xác định được thời gian tiêu hao. Thời gian từ lúc bấm đồng hồ đến khi role bắt đầu hoạt động (đóng ngắt) gọi là quán tính nhiệt của role. Trong các dạng phổ biến của role nhiệt, độ ỳ có thể từ một vài giây đến hàng trăm giây.

Sự trao đổi nhiệt kém giữa môi trường làm việc và bầu cảm làm cho độ ỳ tăng lên. Thí dụ, trong không khí độ ỳ của role có thể tăng từ 3 ÷ 5 lần so với trong nước. Để giảm độ ỳ, có thể tăng thêm diện tích bề mặt của phần tử cảm biến như bầu cảm nhiệt.

#### 10.2.1.1. Role nhiệt độ kiểu hộp xếp 2 vị trí

Role kiểu hộp xếp hay còn gọi là role manomet, loại role này là kết hợp của role kiểu đơn hay role áp suất đơn với hệ nhiệt áp (biến đổi tín hiệu nhiệt thành tín hiệu áp suất). Sơ đồ nguyên lý của role không khác gì role áp suất.

Hình 10.3 giới thiệu sơ đồ nguyên lý của role nhiệt độ kiểu hộp xếp.

Hệ biến đổi nhiệt áp gồm hộp xếp 2, ống mao 3, bầu cảm nhiệt 4. Phụ thuộc vào yêu cầu sử dụng chia làm 3 loại role : role ngắt ở nhiệt độ giới hạn dưới (tương ứng role áp suất thấp), role nhiệt độ ngắt ở giới hạn trên (tương ứng role áp suất cao) và role hiệu nhiệt độ ngắt khi hiệu nhiệt độ vượt giới hạn cho phép (tương ứng role hiệu áp).

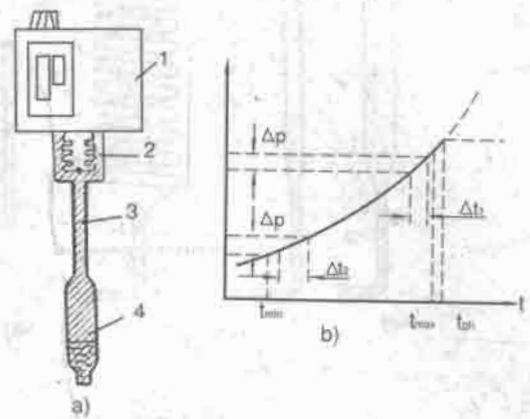
Như đã trình bày, nạp trong bầu cảm nhiệt có thể là hơi, lỏng, chất hấp phụ, khí.

Trong role nạp lỏng ít, vì đường cong  $p_T = f(t)$  không tuyến tính nên thang chia không đồng đều, khoảng chia rộng hơn khi nhiệt độ giảm. Khoảng chia rộng hơn khi nhiệt độ giảm làm cho độ nhạy cảm của role giảm đi, ngược lại khi nhiệt độ tăng, độ nhạy cảm của role tăng lên. Điều này có thể thấy rõ trên hình 10.3b. Cùng với hiệu áp suất là  $\Delta p$  nhưng ở khoảng nhiệt độ dưới hiệu nhiệt độ  $\Delta t_1$  lớn hơn hiệu nhiệt độ ở khoảng trên là  $\Delta t_2$ .

Hình 10.4 giới thiệu cấu tạo role nhiệt độ đơn kiểu KP của Danfoss.

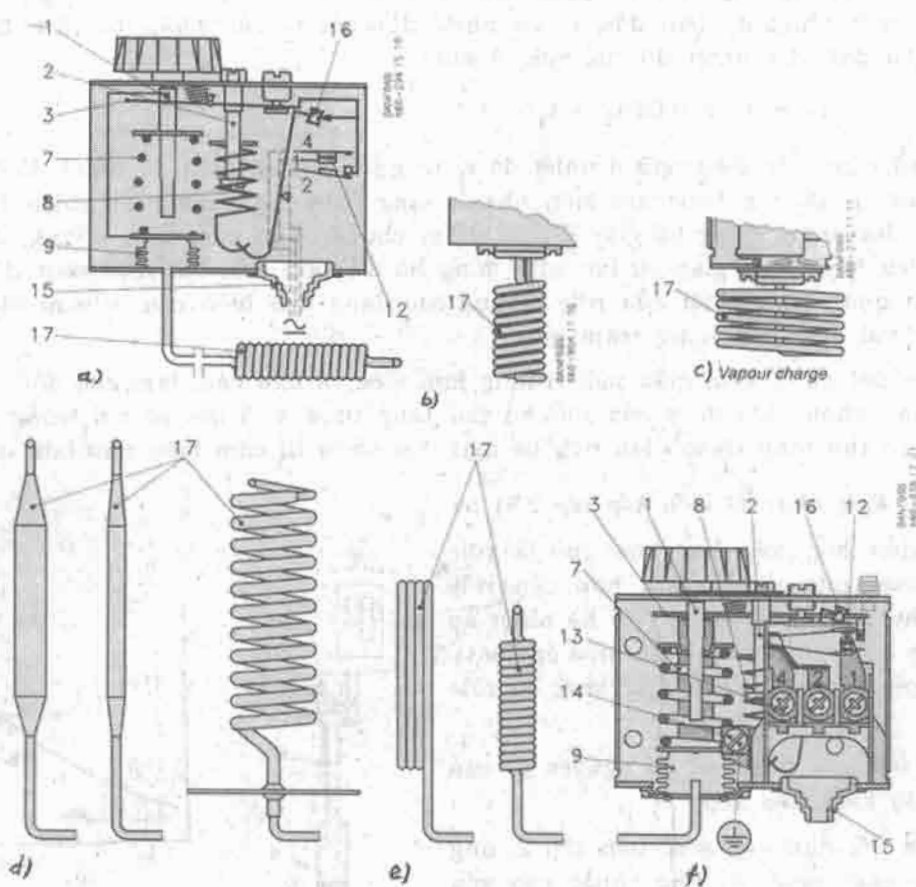
Các role kiểu KP là các dụng cụ điều chỉnh 2 vị trí ON-OFF mạch điện một pha : ON cho động cơ máy nén hoặc một cơ cấu hoặc dụng cụ điều hành (van điện từ) làm việc, OFF có thể nối với đèn báo hiệu chỉ thị máy nén dừng.

Role KP có thể sử dụng trực tiếp cho động cơ máy nén công suất tối đa khoảng 2kW 1 pha, hoặc dùng cho các mạch điều khiển của các động cơ máy nén lớn hơn. Nhiệt độ môi trường làm việc từ  $-40^\circ\text{C}$  đến  $+65^\circ\text{C}$  ( $80^\circ\text{C}$  cho max 2 giờ).



Hình 10.3. Sơ đồ nguyên lý role nhiệt độ kiểu hộp xếp :

- a) Nguyên lý cấu tạo ;  
 b) Sự phụ thuộc của áp suất vào nhiệt độ  
 1 - hộp role ; 2 - hộp xếp ;  
 3 - ống mao ; 4 - bầu cảm nhiệt.



Hình 10.4. Cấu tạo rơle nhiệt độ hiệu KP của Danfoss :

a) Nguyên tắc cấu tạo cơ cấu ON-OFF ; b, d) Nạp chất hấp phụ ;  
 c, e) Nạp hơi ; f) Sơ đồ cấu tạo với các vít tiếp điện :

- |                                |                         |                          |
|--------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 1 - trục điều chỉnh nhiệt độ ; | 8 - lò xo vi sai ;      | 14 - vít tiếp đất ;      |
| 2 - trục điều chỉnh vi sai ;   | 9 - hộp xếp ;           | 15 - lõi luồn dây điện ; |
| 3 - tay đòn chính ;            | 12 - tiếp điểm ON-OFF ; | 16 - cơ cấu lật ;        |
| 7 - lò xo chính ;              | 13 - vít tiếp điện ;    | 17 - bầu cảm nhiệt.      |

Rơle KP nạp hơi có khoảng nhiệt độ điều chỉnh  $-40^{\circ}\text{C}$  đến  $+30^{\circ}\text{C}$ , loại nạp chất hấp phụ có thể có khoảng làm việc đến  $+180^{\circ}\text{C}$  cho các ứng dụng trong kỹ thuật sấy hoặc kỹ thuật nhiệt nói chung.

Đối với các rơle nạp hơi, bầu cảm nhiệt nhất thiết phải đặt ở vị trí lạnh nhất so với nhiệt độ toàn bộ hệ cảm biến nhiệt áp (ống mao và hộp xếp). Khi đó rơle làm việc chính xác và không phụ thuộc vào nhiệt độ bên ngoài.

Đối với các rơle chất hấp phụ, bầu cảm nhiệt có thể đặt ở bất kỳ nơi nào kể cả vị trí có nhiệt độ cao hơn nhiệt độ ống mao và hộp xếp ; nhưng nếu nhiệt độ môi trường lớn hơn nhiệt độ bầu cảm nhiệt khoảng  $+20^{\circ}\text{C}$ , sẽ bắt đầu có sai số của thang chia so với thực tế.

Một số rơle nhiệt độ như KP61 và KP62 có tiếp điểm mạ vàng.

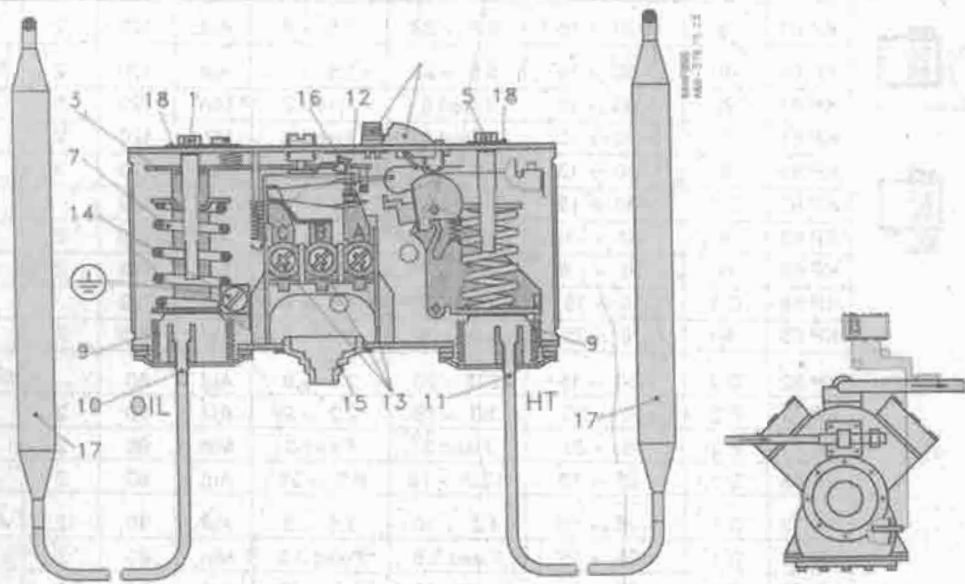
Tiếp điểm của rơle nhiệt độ có chức năng đóng mở dứt khoát bằng cơ cấu lật khi hộp xếp đàn nở đến vị trí cut-in và cut-out.

Role nhiệt độ KP đạt được một số ưu điểm sau :

Tải trên tiếp điểm cao, tuổi thọ các tiếp điểm điện và cơ khí cao, thời gian đóng mở tiếp điểm nhanh, khả năng chống rung đến 4g trong khoảng tần số từ 0 + 1000Hz.

KP98 của Danfoss là loại role nhiệt độ kép hoặc đúp, có 2 hệ thống biến đổi nhiệt áp. Role này chủ yếu sử dụng cho nhiệt độ dầu máy và nhiệt độ dầu bảo vệ nhiệt độ dầu máy quá cao, nhiệt độ dầu quá cao và quá thấp (trong thời gian dừng máy). Role nhiệt độ được mắc với điện trở sưởi dầu. Khi máy dừng, lập tức role ngắt mạch máy nén để nối mạch cho điện trở sưởi dầu.

Hình 10.5 giới thiệu cấu tạo của role nhiệt độ đúp KP98.



Hình 10.5. Role nhiệt độ đúp và ứng dụng bảo vệ nhiệt độ dầu máy không quá cao và nhiệt độ dầu không quá cao và không quá thấp :

- |                                       |                          |                          |
|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 - van điều chỉnh nhiệt độ dầu OIL ; | 9 - hộp xếp ;            | 14 - vít tiếp đất ;      |
| 3 - tay đòn chính ;                   | 10 - ống mao dầu OIL ;   | 15 - lõi luồn dây điện ; |
| 5 - vít điều chỉnh nhiệt độ cao HT ;  | 11 - ống mao HT ;        | 16 - cơ cấu lật ;        |
| 7 - lò xo chính ;                     | 12 - tiếp điểm ;         | 17 - bầu cảm nhiệt ;     |
|                                       | 13 - các vít tiếp điểm ; | 18 - tấm khóa.           |

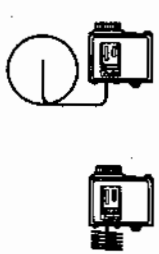

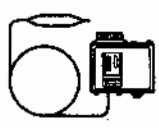
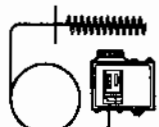
Bảo vệ nhiệt độ dầu quá thấp trong thời gian dừng máy bằng sưởi dầu.

Sưởi dầu cacte máy nén nhằm mục đích không cho môi chất lạnh tích tụ và bị hấp thụ vào dầu, vì nếu môi chất bị hấp thụ vào dầu, khi khởi động, môi chất sôi, dầu bốc theo và có thể gây va đập thủy lực làm hỏng máy nén. Hơn nữa khi dầu hấp thụ môi chất lạnh sẽ mất tác dụng bôi trơn và cũng gây hư hỏng, mài mòn cho máy nén.

Bảo vệ nhiệt độ dầu không quá cao để tránh cháy bạc lót và các chi tiết ma sát do dầu mất khả năng bôi trơn và làm mát chi tiết ma sát, đặc biệt trong các ứng dụng bơm nhiệt, thu hồi và tái sinh nhiệt thải...

Bảng 10.1 giới thiệu các đặc tính chủ yếu của các role nhiệt độ kiểu KP.

**Bảng 10.1. CÁC ĐẶC TÍNH CƠ BẢN CỦA ROLE NHIỆT ĐỘ KP CỦA DANFOSS**

Kiểu nạp	Kí hiệu	Kiểu bầu cảm biến <sup>5)</sup>	Phạm vi điều chỉnh (°C)	Vi sai Δt		Reset	Nhiệt độ bầu cảm max (°C)	Chiều dài ống mao dẫn (m)	Số mã (code)
				Ở nhiệt độ thấp nhất (°C)	Ở nhiệt độ cao nhất (°C)				
 	KP 61	A	-30 → 15	5.5 → 23	1.5 → 7	Aut.	120	2	060L1100
	KP 61	A	-30 → 15	5.5 → 23	1.5 → 7	Aut.	120	5	060L1101
	KP 61	B	-30 → 13	4.5 → 23	1.2 → 7	Aut.	120	2	060L1102
	KP 61	B	-30 → 15	5.5 → 23	1.5 → 7	Aut.	120	2	060L1103 <sup>3)</sup>
	KP 61	B	-30 → 15	5.5 → 23	1.5 → 7	Aut.	120	2	060L1128 <sup>3) 4)</sup>
	KP 61	A	-30 → 15	Fixed 6	Fixed 2	Min.	120	5	060L1104
	KP 61	B	-30 → 15	Fixed 6	Fixed 2	Min.	120	2	060L1105
	KP 61	B	-30 → 13	4.5 → 23	1.2 → 7	Aut.	120	3	060L1180
	KP 62	C 1	-30 → 15	6.0 → 23	1.5 → 7	Aut.	120		060L1106
	KP 63	A	-50 → -10	10.0 → 70	2.7 → 8	Aut.	120	2	060L1107
	KP 63	B	-50 → -10	10.0 → 70	2.7 → 8	Aut.	120	2	060L1108
	KP 68	C 1	-5 → 35	4.5 → 25	1.8 → 7	Aut.	120		060L1111
	KP 69	B	-5 → 35	4.5 → 25	1.8 → 7	Aut.	120	2	060L1112
 	KP 62	C 2	-30 → 15	5.0 → 20	2.0 → 8	Aut.	80		060L1110 <sup>3) 4)</sup>
	KP 71	E 2	-5 → 20	3.0 → 10	2.2 → 9	Aut.	80	2	060L1113
	KP 71	E 2	-5 → 20	Fixed 3	Fixed 3	Min.	80	2	060L1115
	KP 73	E 1	-25 → 15	12.0 → 70	8.0 → 25	Aut.	80	2	060L1117
	KP 73	D 1	-25 → 15	4.0 → 10	3.5 → 9	Aut.	80	2	060L1118 <sup>3)</sup>
	KP 73	D 1	-25 → 15	Fixed 3.5	Fixed 3.5	Min.	80	2	060L1138
	KP 73	D 2	-20 → 15	4.0 → 15	2.0 → 13	Aut.	55	3	060L1140
	KP 73	D 1	-30 → 15	3.5 → 20	3.25 → 18	Aut.	80	2	060L1143
	KP 75	F	0 → 35	3.5 → 16	2.5 → 12	Aut.	110	2	060L1120
	KP 75	E 2	0 → 35	3.5 → 16	2.5 → 12	Aut.	110	2	060L1137
	KP 77	E 3	20 → 60	3.5 → 10	3.5 → 10	Aut.	130	2	060L1121
	KP 77	E 3	20 → 60	3.5 → 10	3.5 → 10	Aut.	130	3	060L1122
	KP 77	E 2	20 → 60	3.5 → 10	3.5 → 10	Aut.	130	5	060L1168
	KP 79	E 3	50 → 100	5.0 → 15	5.0 → 15	Aut.	150	2	060L1126
	KP 81	E 3	80 → 150	7.0 → 20	7.0 → 20	Aut.	200	2	060L1125
KP 81	E 3	80 → 150	Fixed 8	Fixed 8	Max.	200	2	060L1155	
KP 98	E 2	OIL:60 → 120	OIL:Fixed 14	OIL:Fixed 14	Max.	150	1	060L1155	
	E 2	HT:100 → 180	HT:Fixed 25	HT:Fixed 25	Max.	250	2		

1) Bầu cảm phải được bố trí ở vị trí lạnh hơn vỏ thermostat và ống mao dẫn. Thermostat làm việc và được điều chỉnh không phụ thuộc nhiệt độ bên ngoài.

2) Bầu cảm có thể được bố trí ở vị trí lạnh hơn hoặc nóng hơn vỏ thermostat và ống mao dẫn nhưng nếu chênh lệch nhiệt độ quá +20°C so với môi trường bên ngoài, độ chính xác thang đo sẽ bị ảnh hưởng.

3) Công tắc tay, không phải công tắc có cách nhiệt.

4) Kiểu lắp trên tấm đỡ phía trên.

5) Kiểu bầu cảm biến :

A - ống mao thẳng

B - Φ9,5 × 70mm ống xoắn lò xo đặt ra trong không khí

C1 - Φ40 × 30mm ống xoắn ; C2 - Φ25 × 67mm ống xoắn

D1 - Φ10 × 85mm bầu cảm 2 điểm tiếp xúc ; D2 - Φ16 × 170mm bầu cảm 2 điểm tiếp xúc

E1 - Φ6,4 × 95mm ; E2Φ9,5 × 115mm, E3 - Φ9,5 × 85mm bầu cảm đặt xa

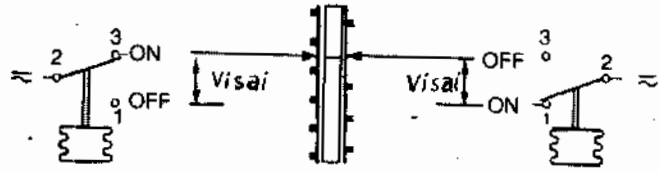
F - Φ25 × 125mm ống xoắn lò xo đặt xa.

Min : cực tiểu ; Max : cực đại ; Fixed : cố định ; Aut : tự động ;

OIL : dầu ; HT : nhiệt độ cao

**Ứng dụng trong hệ thống lạnh**

Role nhiệt độ được ứng dụng rộng rãi trong kỹ thuật lạnh đặc biệt trong khoảng  $-50^{\circ}\text{C}$  đến  $+60^{\circ}\text{C}$ . Điều chỉnh và đặt nhiệt độ cho role nhiệt độ được thể hiện trên hình 10.6.



Hình 10.6. Cách đặt role nhiệt độ.

Trên hình 10.6 có thể thấy giá trị đặt trên phạm vi nhiệt độ làm việc là giá trị tác động lớn nhất thì vì sai lại phải trừ đi giá trị đó.

Hơn nữa, ta thấy chức năng ON-OFF của role nhiệt độ phụ thuộc vào cách tiếp điện cho role. Thí dụ, một role nhiệt độ bố trí cho một máy nén với chức năng ON-OFF được mắc vào vít tiếp điện 2 - 3 thì :

**NHIỆT ĐỘ NGẮT (OFF) = NHIỆT ĐÓNG (ON) - VI SAI**

Trên đồ thị hình 10.7 ta có thể dễ dàng theo dõi cách đặt và điều chỉnh nhiệt độ cho role kiểu KP 63.

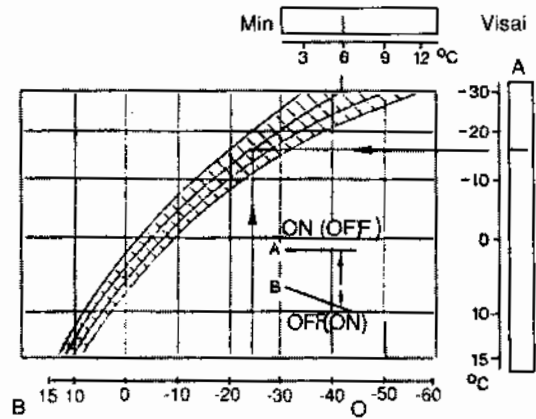
**Thí dụ 10.1 :**

Cần điều chỉnh role nhiệt độ KP63 cho một buồng bảo quản đông :

- Đóng mạch điện ở  $-17^{\circ}\text{C}$ , ngắt mạch ở  $-24^{\circ}\text{C}$ . Hỏi vi sai là bao nhiêu ?

**Giải :**

Theo đồ thị trên hình 10.7 cho role nhiệt độ KP63, với nhiệt độ  $t_{ON} = -17^{\circ}\text{C}$  (đọc ở thang phạm vi nhiệt độ điều chỉnh), ON khi nhiệt độ tăng ở trục tung và OFF khi nhiệt độ giảm ở trục hoành  $t_{OFF} = -24^{\circ}\text{C}$ .



Hình 10.7. Nhiệt độ đặt và vi sai của role nhiệt độ KP63.

Từ  $t_{ON} = -17$  và  $t_{OFF} = -24^{\circ}\text{C}$  dóng lên họ đường cong vi sai ta được điểm cắt của đường vi sai. Tìm được vi sai  $\Delta t = 6\text{K}$  trên thang vi sai. Do đó ta phải đặt như sau trên role nhiệt độ :

Thang phạm vi nhiệt độ điều chỉnh :  $t = -17^{\circ}\text{C}$

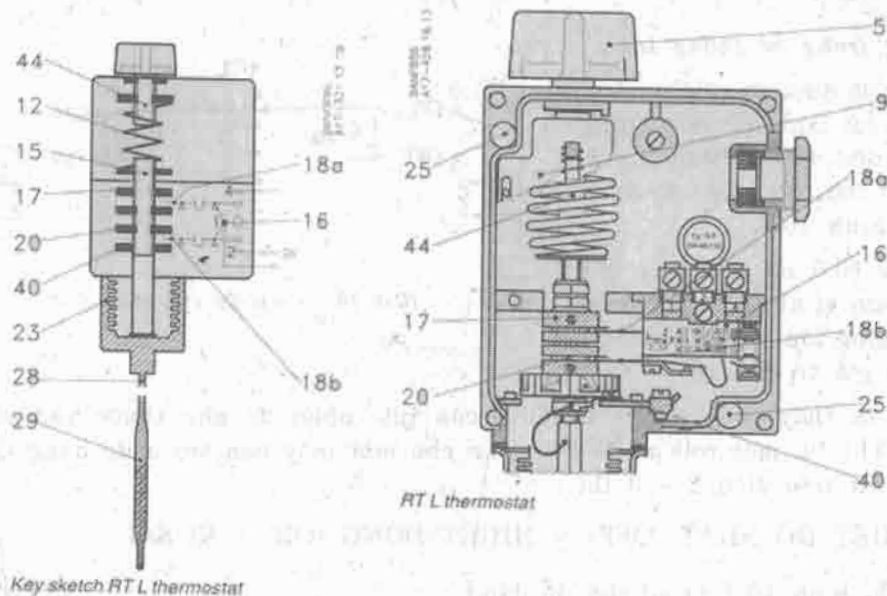
Thang vi sai (differential) :  $\Delta t = 6\text{K}$ .

Ta có thể sử dụng thang chia của role nhiệt độ làm điểm khởi đầu để đặt các giá trị, nhưng khi cần đặt và điều chỉnh nhiệt độ chính xác phải sử dụng đồ thị như hình 10.7 giới thiệu.

Cuối cùng còn có thể khóa vít điều chỉnh nhiệt độ và vít điều chỉnh vi sai bằng tấm khóa.

**10.2.1.2. Role nhiệt độ kiểu hộp xếp 3 vị trí (có vùng trung hòa)**

Role nhiệt độ có vùng trung hòa do Danfoss chế tạo có ký hiệu RTL. Role có vùng trung hòa như hệ thống 3 tiếp điểm (hình 10.8).



Hình 10.8. Role nhiệt độ RTL của Danfoss :

- |                                 |                                |                               |
|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 5 - nút điều chỉnh ;            | 17 - ống lấy trên ;            | 28 - ống mao ;                |
| 9 - thang điều chỉnh nhiệt độ ; | 18a, b - thang lấy tiếp điểm ; | 29 - bầu cảm ;                |
| 12 - lò xo chính ;              | 20 - ống lấy dưới ;            | 40 - nút đặt vùng trung hòa ; |
| 15 - trục chính ;               | 23 - phần tử hộp xếp ;         | 44 - vít đặt nhiệt độ.        |
| 16 - tiếp điểm ;                | 25 - lò bắt chặt ;             |                               |

Cấu tạo của role RTL cũng giống như role kiểu RT. Khác biệt cơ bản ở đây là hệ thống tiếp điểm có 2 thanh lấy kẹp vào 2 ống lấy trên và lấy dưới để tạo ra vùng trung hòa điều chỉnh được.

Nếu nhiệt độ tăng lên ở bầu cảm, hộp xếp sẽ bị nén lại, trục chính sẽ bị nâng lên phía trên, cho đến khi cân bằng với lực lò xo và các chi tiết. Trục chính được lắp vào ống lấy trên và lấy dưới.

Nhờ hai ống lấy trên và ống lấy dưới mà trục chính có thể tác động vào 2 thanh lấy tiếp điểm của hệ thống tiếp điểm vùng trung hòa. Ống lấy trên có thể điều chỉnh được, sau khi điều chỉnh ống lấy trên sẽ được cố định vào trục. Ống lấy dưới có thể chuyển động lên xuống nhờ nút điều chỉnh (40).

Theo cách như vậy, vùng trung hòa có thể thay đổi giữa một giá trị min (bằng vị sai cơ khí của dụng cụ) và một giá trị max (phụ thuộc vào kiểu của role RT). Hình 10.9 giới thiệu đặc tính điều chỉnh nổi của role nhiệt độ RTL.

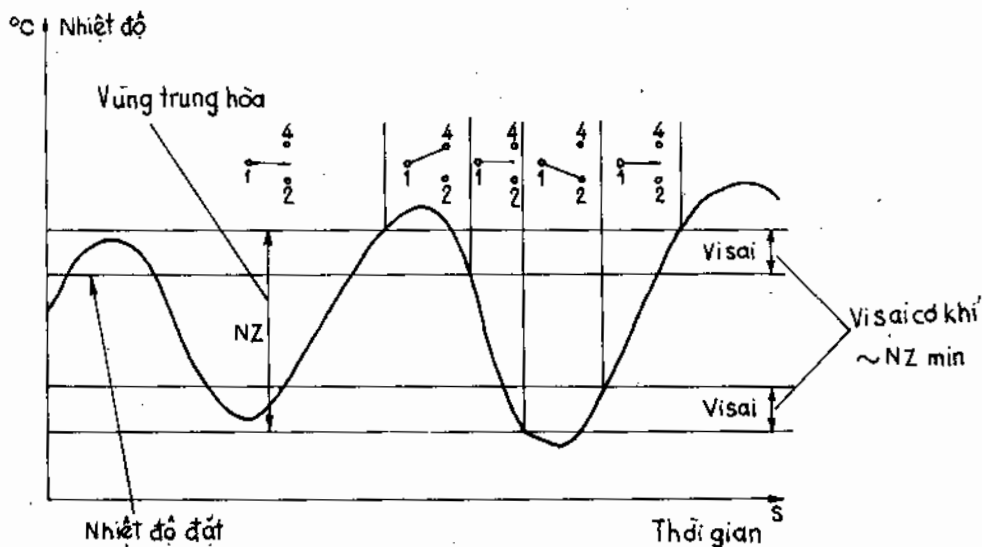
**Điều chỉnh nổi :** một dạng của điều chỉnh trễ mà phần tử hiệu chỉnh (thí dụ van, clapê hoặc tương tự) dịch chuyển về một cực điểm với tỷ lệ không phụ thuộc vào biên độ sai số khi sai số vượt qua một giá trị dương xác định, và chuyển dịch về phía cực điểm ngược lại khi sai số vượt qua một giá trị âm xác định.

**Sự dao động :** sự thay đổi có tính chất chu kỳ của đại lượng điều chỉnh lệch khỏi giá trị đặt xác định.

**Vùng trung hòa :** khoảng giữa các điểm ON-OFF của 2 tiếp điểm. Ở vùng trung hòa không thể đạt được tác động đóng mở. Nhiệt độ điều chỉnh role từ  $-20 \div +45^{\circ}\text{C}$ , vùng trung hòa có  $\Delta t = 1 \div 6,8\text{K}$ .

Vị sai cơ khí là vị sai đặt bằng vít điều chỉnh vị sai.





Hình 10.9. Đặc tính điều chỉnh "nổi" (floating) của role RTL của Danfoss

Vi sai vận hành (vi sai nhiệt) là vi sai mà hệ thống lạnh vận hành thực tế. Vi sai vận hành là tổng của vi sai cơ khí và vi sai do hệ số thời gian tạo ra. Ta có thể thấy rõ trên đồ thị hình 10.9.

Mỗi role đều có tính chất riêng đó nên không bao giờ nên đặt vi sai theo vi sai riêng của role mà nên đặt theo vi sai vận hành. Vi sai vận hành luôn lớn hơn vi sai riêng của role.

#### Reset bằng tay

Các dụng cụ có reset bằng tay chỉ có thể làm việc trở lại (ON) sau khi ấn nút reset bằng tay.

Ở dụng cụ có min reset, giá trị đặt bằng giá trị OFF khi nhiệt độ giảm.

Ở dụng cụ có max reset, giá trị đặt bằng giá trị OFF khi nhiệt độ tăng.

#### Reset tự động

Các dụng cụ tự động đóng mạch ON trở lại sau khi ngắt OFF.

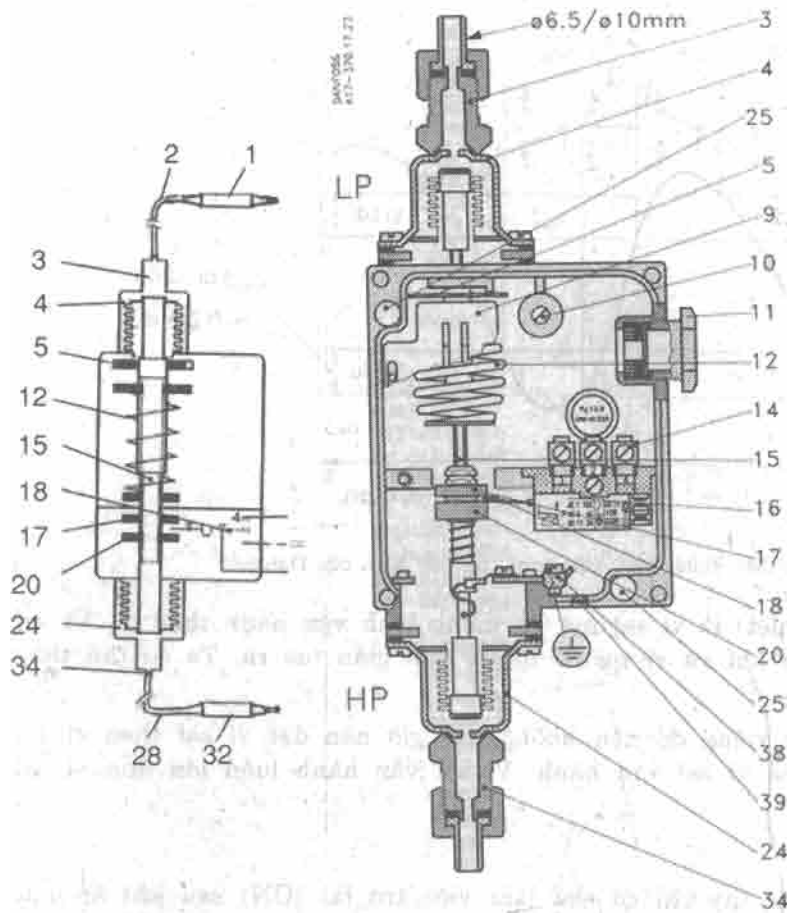
#### 10.2.1.3. Role hiệu nhiệt độ kiểu hộp xếp RT

Hình 10.10 giới thiệu một role nhiệt độ kiểu hộp xếp ký hiệu RT 270 của Danfoss. Role nhiệt độ RT có một công tác đóng mở một pha ON-OFF phụ thuộc vào hiệu nhiệt độ giữa hai bầu cảm nhiệt đặt ở hai môi trường nhiệt độ khác nhau.

RT 270 được sử dụng cho các quy trình công nghệ, hệ thống thông gió, hệ thống lạnh và điều hòa không khí, sưởi ấm không khí cần duy trì hiệu nhiệt độ giữa hai môi trường  $0 \pm 15K$ . Một bầu cảm được sử dụng như là một điểm mốc, bầu còn lại là bầu cảm nhiệt hiệu chỉnh. Hiệu nhiệt độ là đại lượng được điều chỉnh trực tiếp.

Role hiệu nhiệt độ gồm 2 hộp xếp : bầu cảm nhiệt của hộp LT (Low Temperature) phải được đặt ở môi trường có nhiệt độ thấp nhất, và bầu cảm nhiệt của hộp HT (High temperature) phải được đặt ở môi trường có nhiệt độ cao nhất.

Lò xo chính có đặc tính thẳng. Trong vùng làm việc, RT 270 có thể được đặt hiệu nhiệt độ bằng đĩa điều chỉnh 5.



Hình 10.10. Role hiệu nhiệt độ RT kiểu hộp xếp :

- 1 - bầu cảm nhiệt LT (nhiệt độ thấp) ;
- 2 - ống mao dẫn ;
- 3 - đầu nối tín hiệu áp suất thấp, nhiệt độ thấp ;
- 4 - hộp xếp LT ;
- 5 - đĩa điều chỉnh ;
- 9 - thang điều chỉnh nhiệt độ ;
- 10 - vòng đầu dây ;
- 11 - nút luồn dây điện ;
- 12 - lò xo chỉnh ;
- 14 - vít tiếp điện ;
- 15 - trục ren chỉnh ;
- 16 - tiếp điểm ;
- 17 - vòng lấy trên ;
- 18 - thanh lấy tiếp điểm ;
- 20 - vòng lấy dưới ;
- 24 - hộp xếp HT (nhiệt độ cao) ;
- 25 - lỗ bắt chặt role ;
- 28 - ống mao ;
- 32 - bầu cảm nhiệt HT ;
- 34 - đầu nối tín hiệu áp suất cao, nhiệt độ cao ;
- 38 - vít nối đất ;
- 39 - đĩa thông hơi.

Khi hiệu nhiệt độ giữa hai bầu cảm của HT và LT giảm, trục ren chỉnh 15 dịch chuyển xuống phía dưới. Thanh lấy tiếp điểm 18 bị kéo xuống dưới nhờ vòng lấy 17, do đó các tiếp điểm (1 - 4) ngắt và các tiếp điểm (1 - 2) đóng khi đạt đến hiệu nhiệt độ đặt.

Các tiếp điểm lại bật chuyển đổi khi hiệu nhiệt độ tăng đến hiệu nhiệt độ đặt cộng với vi sai tiếp điểm cố định khoảng 2°C.

Thí dụ : hiệu nhiệt độ đặt là 4°C (4K). Tiếp điểm ngắt ở  $\Delta t = 4K$  và đóng lại ở  $\Delta t = 4 + 2 = 6K$ .

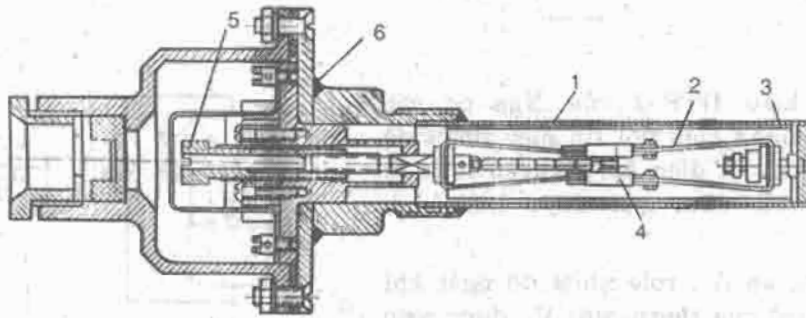
### 10.2.2. Role nhiệt độ kiểu dẫn nở nhiệt

Role nhiệt độ kiểu dẫn nở nhiệt được chia làm 2 loại : loại 2 phần tử và loại thanh lưỡng kim.

#### 10.2.2.1. Role nhiệt độ kiểu dẫn nở nhiệt hai phần tử

Hình 10.11 giới thiệu cấu tạo của một role nhiệt độ kiểu dẫn nở nhiệt hai phần tử.

Ống hợp kim đồng 1 là phần tử cảm biến của role. Bên trong ống có gắn 2 lò xo 2 bằng hợp kim. Phần trái của ống và lò xo được lắp vào một đế cố định 6. Đầu tự do của ống được giữ bởi vòng treo 3.



Hình 10.11. Cấu tạo của rơle nhiệt độ kiểu dẫn nở nhiệt hai phần tử TP200 (Nga);

- 1 - ống hợp kim đồng ; 2 - lò xo ; 3 - vòng treo ; 4 - các tiếp điểm ;  
5 - ống luồn dây điện ; 6 - đế cố định chi tiết trái và phải.

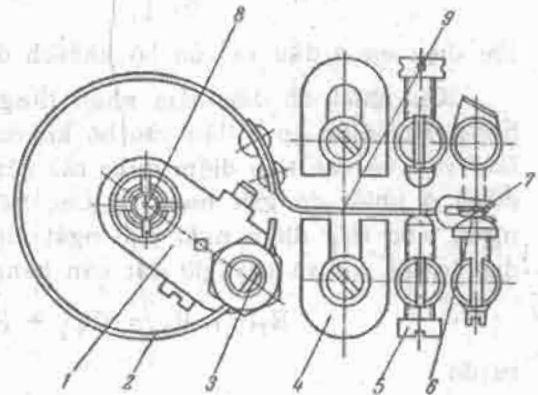
Khi nung ống hợp kim đồng, ống sẽ dẫn nở dài ra, còn lò xo 2 thực chất không thay đổi chiều dài. Đầu tự do của ống kéo các lò xo, các lò xo dẫn ra và ngắt tiếp điểm 4. Dây dẫn từ các tiếp điểm ra ngoài được luồn qua nút 5.

Rơle TP-200 có thể điều chỉnh để làm việc trong khoảng từ  $25 \pm 200^{\circ}\text{C}$ . Vì tiếp điểm không có cơ cấu lật để ngắt đột ngột nên công suất ngắt cho phép không vượt quá 30VA trong mạch điện xoay chiều điện áp 220V.

#### 10.2.2.2. Rơle nhiệt độ kiểu dẫn nở nhiệt thanh lưỡng kim

Rơle nhiệt độ kiểu dẫn nở nhiệt bằng thanh lưỡng kim được trình bày trên hình 10.12.

Rơle nhiệt độ lưỡng kim được trang bị phần tử cảm biến là một thanh lưỡng kim 2. Thanh lưỡng kim được kẹp vào kẹp 3 của tay quay 1. Khi tay quay quay quanh trục 8 theo hướng ngược chiều kim đồng hồ, lực căng của thanh lưỡng kim tăng và như vậy độ chỉnh rơle thay đổi. Các nam châm vĩnh cửu 4 tác động lên đòn bẩy bằng thép 9 làm cho rơle đóng ngắt được tức thời và bảo vệ tiếp điểm không bị nung nóng. Khi quay vít 5, vị sai của rơle được thay đổi. Tiếp điểm bao gồm phần di động 7 và phần cố định 6. Dịch chuyển phần bất động để điều chỉnh áp lực tiếp điểm.



Hình 10.12. Nguyên tắc cấu tạo rơle nhiệt độ dẫn nở nhiệt bằng thanh lưỡng kim ký hiệu ĐTKB của Nga:

- 1 - tay quay ; 5 - vít ;  
2 - thanh lưỡng kim phần 6 - tiếp điểm cố định ;  
tử cảm biến ; 7 - tiếp điểm di động ;  
3 - đầu kẹp ; 8 - trục ;  
4 - nam châm vĩnh cửu ; 9 - đòn bẩy.

Rơle nhiệt độ thanh lưỡng kim có vị sai điều chỉnh  $2 \pm 8^{\circ}\text{C}$  và công suất tiếp điểm 50VA ở điện thế 220V, 50Hz.

Vùng làm việc của rơle từ  $-30^{\circ}\text{C} \pm 0^{\circ}\text{C}$  ;  $-10 \pm +10^{\circ}\text{C}$  ;  $10 \pm 30^{\circ}\text{C}$  ;  $15 \pm 20^{\circ}\text{C}$  ;  $20 \pm 50^{\circ}\text{C}$  ;  $0 \pm 30^{\circ}\text{C}$  ;  $0 \pm 10^{\circ}\text{C}$  và  $25 \pm 35^{\circ}\text{C}$ .

#### 10.2.3. Rơle nhiệt độ điện trở

Rơle này bao gồm bộ biến đổi nhiệt độ, sơ đồ đo khuếch đại và thiết bị ra. Phần lớn các bộ khuếch đại điện tử này của rơle được làm bằng bán dẫn ba chân. Thiết bị ra là các rơle điện tử với một hoặc nhiều tiếp điểm.

Phụ thuộc vào số lượng tiếp điểm, người ta phân ra rơle 2 vị trí và rơle 3 vị trí.

Role 2 vị trí kiểu ПТП-2 của Nga có các thermistor làm chức năng biến đổi tín hiệu nhiệt độ thành tín hiệu điện trở và điện áp. Nguyên lý hoạt động đơn giản của role được giới thiệu trên hình 10.13.

Giả thiết phương án A : role nhiệt độ ngắt khi nhiệt độ tăng. Điện trở của thermistor  $R_T$  được mắc vào cầu điện xoay chiều điện thế  $U$ . Cũng trong cầu này có các điện trở cố định  $R_{b1}$  và  $R_{b2}$ , điện trở  $R_3$  và  $R_V$  làm chức năng đặt nhiệt độ (điều chỉnh nhiệt độ) ban đầu và vị sai.

Cầu đo được cân bằng khi các tích điện trở đối diện cân bằng :

$$R_T(t_1) \cdot R_3 = R_{b1} \cdot R_{b2} \quad (10.1)$$

trong đó :  $R_T(t_1)$  - điện trở của thermistor ở nhiệt độ  $t_1$ .

Ta có thể xác định được điện trở của thermistor :

$$R_T(t_1) = \frac{R_{b1} \cdot R_{b2}}{R_3} \quad (10.2)$$

khi điện áp ở đầu ra của bộ khuếch đại  $KĐ$  bằng không.

Khi nhiệt độ đầu cảm nhiệt tăng, điện trở của thermistor giảm làm cầu mất cân bằng. Khi điện áp ở đầu vào bộ khuếch đại vượt quá giới hạn cho phép, role điện tử P làm việc và các tiếp điểm được tác động. Tác động này được biểu thị bằng đường thẳng đứng ở nhiệt độ giới hạn  $t_{gh}$ . Các tiếp điểm p-1 và p-2 được điều khiển bằng mạch ngoài, còn tiếp điểm ngắt p-3 ngắt điện trở sơn có vị sai  $R_V$ . Vì vậy, cầu tự động được điều chỉnh lại và bây giờ đạt cân bằng ở nhiệt độ  $t_2$  :

$$R_T(t_2) \cdot R_3 = (R_{b2} + R_V) R_{b1} \quad (10.3)$$

từ đó :

$$R_T(t_2) = \frac{(R_{b2} + R_V) R_{b1}}{R_3} \quad (10.4)$$

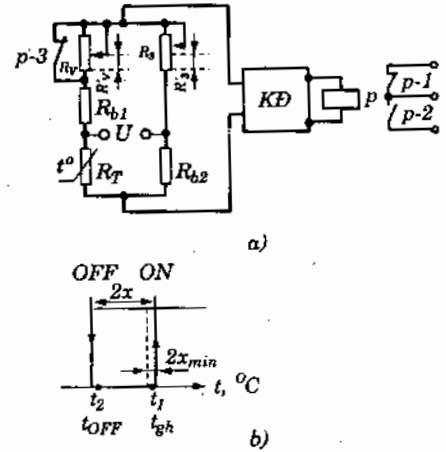
So sánh các phương trình (10.2) và (10.4) được :

$$R_T(t_2) > R_T(t_1) \quad (10.5)$$

Điều đó có nghĩa là sự điều chỉnh của cầu đã dịch chuyển về vùng có nhiệt độ thấp hơn. Như vậy role P ngắt ở nhiệt độ  $t_{OFF}$  chênh với  $t_{gh}$  một khoảng  $\Delta t = 2\mathcal{H}$ . Độ chênh có thể thay đổi từ giá trị  $2\mathcal{H}_{min}$  tương ứng với vị trí dưới của điện trở  $R_V$  ( $R_V = R_V'$ ) đến giá trị cực đại  $2\mathcal{H}_{max}$  khi  $R_V = 0$

Giả thiết phương án B : role nhiệt độ ngắt khi nhiệt độ giảm. Pha nguồn điện thay đổi  $180^\circ$  và các điện trở được nối bởi các tiếp điểm đóng của role P (không có trên sơ đồ). Điều kiện cân bằng (10.3) tương ứng với trạng thái nhà của role P :

$$R_T(t_2) R_3 = R_{b1} (R_V + R_{b2})$$



Hình 10.13.

- a) Sơ đồ nguyên lý role nhiệt độ điện trở ;  
b) Đặc tính role của role nhiệt độ điện trở kiểu ПТП-2 (Nga) ; KD : bộ khuếch đại.

Khi role đóng, cầu được điều chỉnh lại theo nhiệt độ cân bằng  $t_1$  :

$$R_T(t_1)R_3 = R_{b1} \cdot R_{b2}$$

từ đó, tương tự như trên :

$$R_T(t_2) > R_T(t_1)$$

Khác với phương án A, trong trường hợp này, việc ngắt role tương ứng với nhiệt độ cao hơn còn việc đóng role tương ứng với nhiệt độ thấp hơn.

Điểm khác biệt đặc trưng của sơ đồ này là giá trị  $t_{gh}$  thực tế không đổi trong cả 2 phương án khi có thay đổi vị sai, vì vậy con trở (chỉ nhiệt độ giới hạn  $t_{gh}$ ) của thang đặt nhiệt độ được nối với núm chuyển động của điện trở  $R_3$ .

Các role PTP-2 có vùng điều chỉnh nhiệt độ  $-30 \div -5$  ;  $-10 \div +15$  ;  $5 \div 35$  ;  $30 \div 60^\circ\text{C}$  vị sai  $0,5 \div 5\text{K}$ , công suất tiếp điểm 500VA, công suất tiêu thụ 10W, do xa được 300m, điện thế 127 và 220V, 50Hz.

### 10.3. CÁC DỤNG CỤ ĐIỀU CHỈNH NHIỆT ĐỘ VÀ HIỆU NHIỆT ĐỘ LIÊN TỤC

Đặc điểm làm việc của các dụng cụ điều chỉnh nhiệt độ liên tục là điều chỉnh hoặc khống chế nhiệt độ hoặc hiệu nhiệt độ bằng cách điều chỉnh hoặc khống chế liên tục lưu lượng môi trường cấp lạnh hoặc nhiệt.

Về chức năng các dụng cụ điều chỉnh nhiệt độ liên tục được phân ra dụng cụ điều chỉnh nhiệt độ liên tục và dụng cụ điều chỉnh hiệu nhiệt độ liên tục

Dụng cụ tự động điều chỉnh nhiệt độ liên tục dùng để duy trì, khống chế nhiệt độ không khí lạnh, chất lỏng lạnh và các chất tải lạnh khác.

Dụng cụ tự động điều chỉnh hiệu nhiệt độ liên tục được sử dụng rộng rãi trong kỹ thuật lạnh để cấp lỏng cho thiết bị bay hơi theo độ quá nhiệt hơi hút về máy nén.

#### 10.3.1. Các dụng cụ điều chỉnh nhiệt độ liên tục

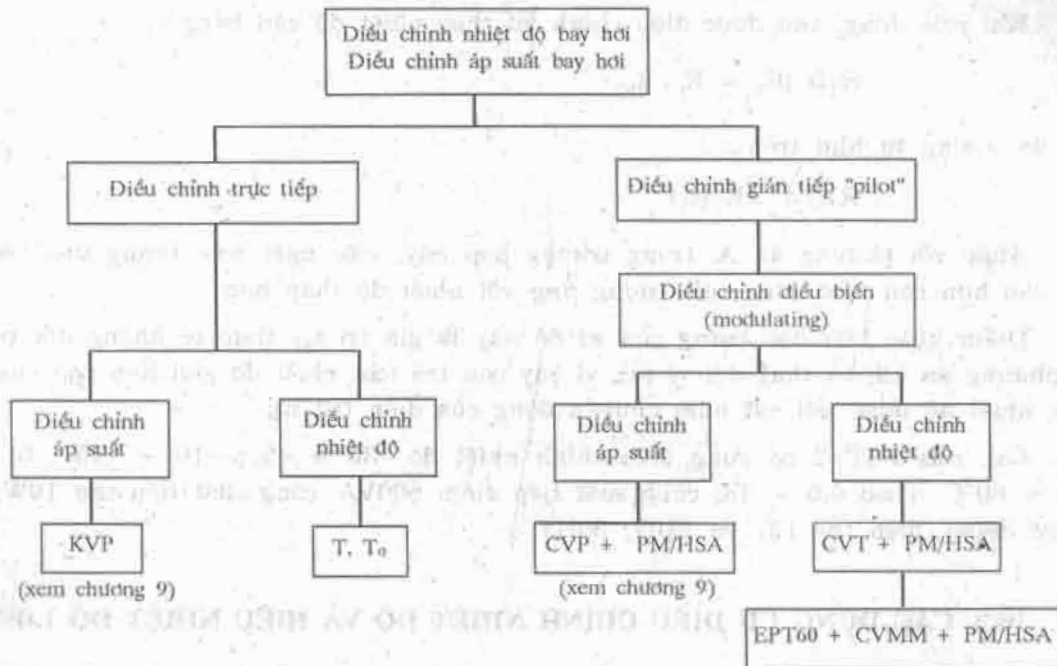
Phụ thuộc vào cấu tạo và nguyên tắc làm việc các dụng cụ tự động điều chỉnh nhiệt độ liên tục được chia làm 2 loại : loại tác động trực tiếp và gián tiếp (pilot).

Phụ thuộc vào dạng biến đổi tín hiệu nhiệt độ cũng có thể chia làm 2 loại là loại có hộp xếp (kiểu áp kế) và điện tử có điện trở với các biến đổi tín hiệu nhiệt độ thành tín hiệu điện để điều khiển.

Do nhiệt độ và áp suất môi chất lạnh có quan hệ rõ ràng và duy nhất qua áp suất hơi bão hòa nên phải điều chỉnh tự động nhiệt độ qua áp suất hoặc ngược lại điều chỉnh áp suất qua nhiệt độ. Chính vì vậy một phần điều chỉnh nhiệt độ đã được trình bày ở chương 9 dưới dạng điều chỉnh áp suất.

Hình 10.14 giới thiệu một sự phân loại đối với các dụng cụ điều chỉnh nhiệt độ và áp suất bay hơi để làm thí dụ về sự liên quan giữa 2 loại dụng cụ này, với chỉ dẫn các ký hiệu các dụng cụ tương ứng của Danfoss.

Hơn nữa, điều chỉnh nhiệt độ bay hơi, áp suất bay hơi cũng là gián tiếp điều chỉnh năng suất lạnh của hệ thống như phần 9.3.1 đã trình bày.



Hình 10.14. Phân loại các dụng cụ điều chỉnh nhiệt độ và áp suất bay hơi với chỉ dẫn các ký hiệu dụng cụ tương ứng của Danfoss.

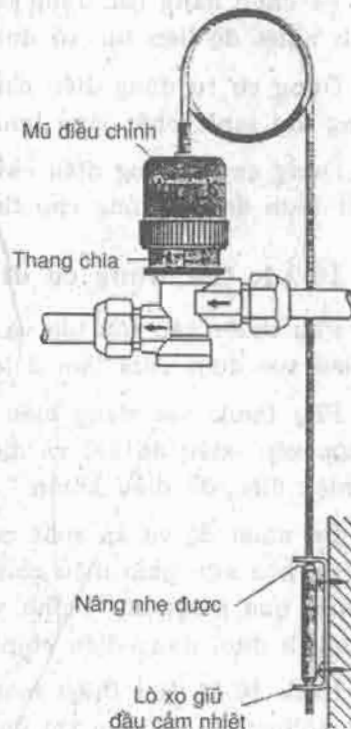
### 10.3.1.1. Các dụng cụ điều chỉnh trực tiếp

Các dụng cụ điều chỉnh nhiệt độ liên tục bằng hộp xếp cho phép điều chỉnh tỷ lệ nhiệt độ của chất tải lạnh, chất tải nhiệt thí dụ như không khí, nước, chất lỏng. Nhiệt độ được duy trì không đổi. Nguyên tắc làm việc giống như hình 9.15 đã giới thiệu.

Hình 10.15 mô tả cách lắp đặt một van điều chỉnh nhiệt độ buống lạnh bằng cách lắp van trên đường hơi từ dàn bay hơi về máy nén. Nhiệt độ yêu cầu được đặt bằng cách vận nắp trên của van để làm dãn hoặc căng thêm lò xo chính.

Nếu nhiệt độ tăng, áp suất trong bầu cảm nhiệt thẳng được lực lò xo, van sẽ mở cho môi chất đi qua. Van chỉ mở do tín hiệu nhiệt độ đầu cảm mà không phụ thuộc vào áp suất vào và ra khỏi van. Nhiệt độ phòng thay đổi, độ mở của van cũng thay đổi theo tương ứng, qua đó thay đổi được áp suất hút của máy nén và năng suất lạnh tương ứng với nhu cầu thực tại của buống lạnh.

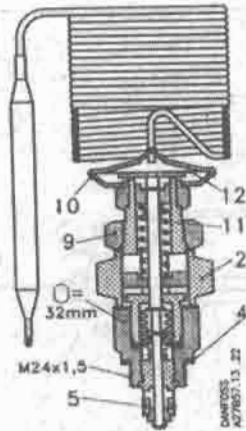
Dụng cụ điều chỉnh nhiệt độ kiểu này chỉ sử dụng cho các máy lạnh nhỏ. Đầu tiên nó được thiết kế để duy trì nhiệt độ chất tải lạnh không đổi của các bình bay hơi nhỏ. Phạm vi sử dụng hạn chế và các dụng cụ này hầu như không được sử dụng cho các máy lạnh lớn.



Hình 10.15. Van điều chỉnh nhiệt độ liên tục.

10.3.1.2. Các dụng cụ điều chỉnh nhiệt độ pilot

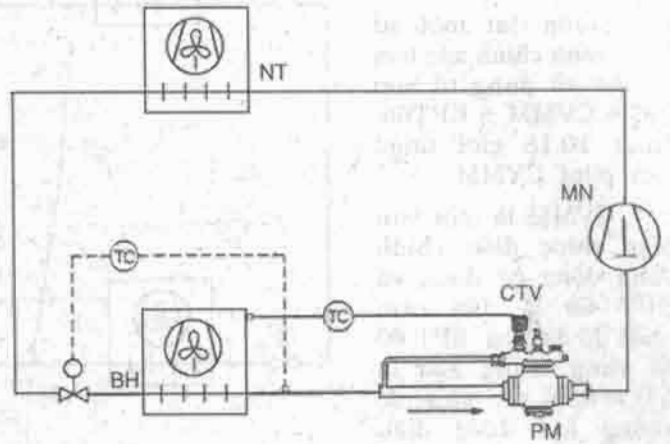
Các dụng cụ điều chỉnh nhiệt độ gián tiếp kiểu pilot có độ chính xác điều chỉnh khá cao do đó có thể đáp ứng các yêu cầu duy trì nhiệt độ không đổi cao của môi



CVT

Hình 10.16. Van pilot CVT :

- 2 - vòng điều chỉnh ; 4 - vòng đệm kín ;
- 5 - vòng đệm chữ O ; 9 - vòng khóa ;
- 10 - phần tử biến đổi nhiệt áp ; 11 - lò xo ; 12 - màng dẫn nở.



Hình 10.17. Ứng dụng của PM + CVT để điều chỉnh nhiệt độ bay hơi.

trường như chất tải lạnh, nhiệt độ dàn bay hơi, nhiệt độ dàn ngưng tụ...

Bằng cách tổ hợp các dụng cụ điều chỉnh pilot khác nhau có thể thực hiện được hầu như tất cả các nhu cầu về điều chỉnh trong kỹ thuật lạnh. Van chủ PM với các loại van pilot của Danfoss có thể coi là van điều chỉnh vạn năng. Các van này đã được đề cập đến ở chương 8 và chương 9 (xem hình 8.13, 8.14 và 9.19).

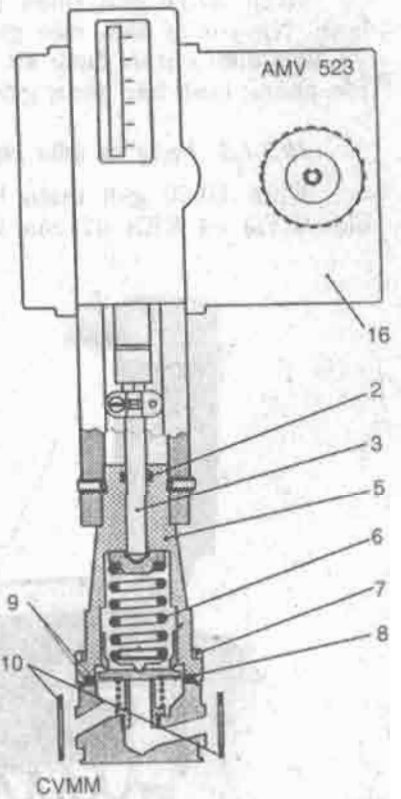
Kết hợp với 2 loại van pilot CVT và CVMM, van chủ PM được sử dụng như một dụng cụ điều chỉnh nhiệt độ dàn bay hơi với độ chính xác cao tới  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ .

Hình 10.16 giới thiệu cấu tạo van pilot CVT và hình 10.17 giới thiệu ứng dụng của van PM + CVT vào hệ thống lạnh. Hai áp suất quan trọng tác động lên màng dẫn nở là :

- Áp suất của lực lò xo
- Áp suất của các phần tử nhiệt áp.

Sau khi đã đạt nhiệt độ trên van pilot. Nếu nhiệt độ tăng quá cao, áp suất trong hệ nhiệt áp tăng, thắng lực lò xo, kim van bị đẩy xuống dưới và mở rộng hơn cửa thoát cho môi chất đi vào, một tỷ lệ áp suất mới được thiết lập, van chủ PM mở tỷ lệ với áp suất vừa xuất hiện để điều chỉnh cho nhiệt độ bay hơi giảm.

Ngược lại, khi nhiệt độ bay hơi quá giảm, lực lò xo lại thắng lực của phần tử nhiệt áp và kim lại đóng bớt cửa thoát, van chủ cũng khép bớt cửa thoát cho hơi môi chất đi qua ít hơn. Như vậy áp suất hút luôn được



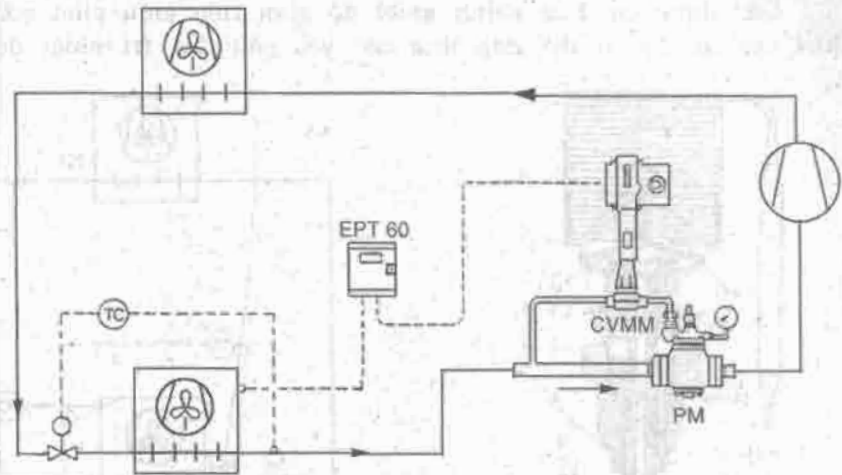
Hình 10.18. Van pilot CVMM :

- 2 - vòng chữ O ; 7 - vít hãm ;
- 3 - trục ren chính ; 8 - màng dẫn hơi ;
- 5 - nú van ; 9, 10 - đệm kín ;
- 6 - lò xo ; 16 - động cơ.

điều chỉnh lên xuống để tải lạnh dần bay hơi luôn luôn phù hợp với năng suất lạnh của máy nén.

Muốn đạt một sự điều chỉnh chính xác hơn có thể sử dụng tổ hợp PM + CVMM + EPT60. Hình 10.18 giới thiệu van pilot CVMM.

CVMM là một van pilot được điều chỉnh bằng động cơ điện, và EPT 60 là đầu cảm nhiệt độ điện tử. EPT 60 có vùng trung hòa là  $\Delta T = 0,1K$  nên nhiệt độ không khí được điều chỉnh rất chính xác. EPT 60 nhận tín hiệu từ dàn bay hơi để điều chỉnh chính xác độ đóng mở yêu cầu của van pilot và qua đó độ đóng mở của van chủ PM.



Hình 10.19. Sử dụng tổ hợp PM + CVMM + EPT 60 để điều chỉnh nhiệt độ buồng lạnh.

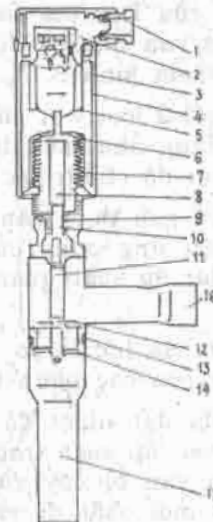
Hình 10.19 giới thiệu một cách lắp đặt tổ hợp điều chỉnh vào đường hút của máy lạnh. Nguyên lý làm việc giống như hình 10.16, nhưng độ chính xác điều chỉnh cao hơn. Tổ hợp điều chỉnh được sử dụng ở những nơi cần có độ chính xác cao về nhiệt độ như các phòng lạnh bảo quản giống cây trồng, hạt giống, hoa quả, sản xuất kem, sản xuất bia...

### 10.3.1.3. Dụng cụ điều chỉnh nhiệt độ điện tử

Hình 10.20 giới thiệu hình ảnh bên ngoài dụng cụ điều chỉnh nhiệt độ điện tử ký hiệu KVQ và EKS 67 của Danfoss.



Hình 10.20. Dụng cụ điều chỉnh nhiệt độ điện tử ký hiệu KVQ và EKS 67 của Danfoss.



Hình 10.21. Cấu tạo của van điện tử KVQ của Danfoss

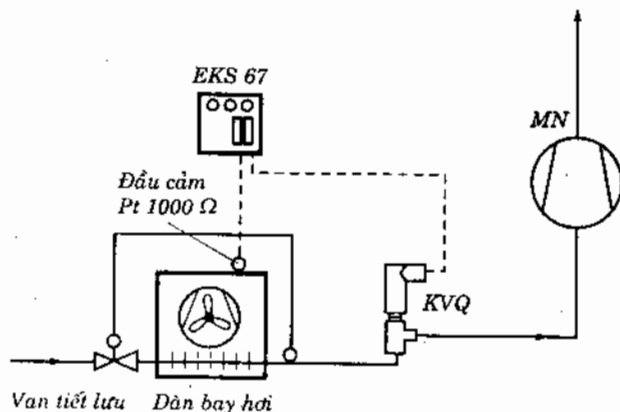
1 - nắp; 2 - các đặc tiếp điện; 3 - điện trở NTC; 4 - Phần tử phát nhiệt; 5 - bình chứa áp suất; 6 - hộp xếp; 7 - nắp hộp xếp; 8 - trục truyền động; 9 - đệm kín; 10 - nổi ren; 11 - trục dẫn hướng; 12 - tấm van; 13 - lò van; 14 - chi tiết đệm; 15 - cửa vào; 16 - cửa ra.



822  
20  
1988

Hình 10.21. Giới thiệu cấu tạo của van điều chỉnh KVQ.

Van KVQ kết hợp với EKS 67 là van điều chỉnh điện tử áp suất và nhiệt độ bay hơi, qua đó để điều chỉnh nhiệt độ môi trường lạnh hoặc chất tải lạnh với độ chính xác cao, độ dao động nhiệt độ là  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  hoặc nhỏ hơn. Theo độ lệch giữa nhiệt độ yêu cầu và nhiệt độ ghi nhận được, EKS 67 tức khắc truyền ít hoặc nhiều xung đến van điều hành để hiệu chỉnh sai số. Áp suất trong van điều hành thay đổi chút ít và tùy theo sai số van đóng bớt hoặc mở rộng thêm cửa van (xem hình 10.22).



Hình 10.22. Bộ điều chỉnh nhiệt độ điện tử KVQ + EKS 67 của Danfoss bố trí trong hệ thống lạnh.

Thay đổi áp suất trong ống hút không có ảnh hưởng bởi vì điện tích hộp xếp bằng điện tích cửa van, nên chúng cân bằng lẫn nhau.

Trong trường hợp mất điện, van sẽ mở hoàn toàn.

Ngoài việc điều chỉnh nhiệt độ, EKS 67 còn đảm bảo chức năng xả băng cho dàn bay hơi.

*Chức năng xả băng của EKS 67*

EKS 67 có chức năng xả băng bằng hơi nóng hoặc bằng điện trở. Hệ thống được trang bị bộ phận dùng máy bằng nhiệt độ và độ trễ thời gian. Quá trình xả băng phải được điều khiển bằng một role thời gian ngoài. Trong thời gian xả băng, nhiệt độ tăng vượt điểm đặt báo động LIMIT. Điều đó cho phép chuyển chế độ làm việc vào chức năng trễ thời gian.

Khi đạt nhiệt độ ngắt mạch của chức năng xả băng trước khi thời gian trễ trôi qua, bộ điều chỉnh vẫn ngắt quá trình xả băng. Cũng vào thời điểm này độ trễ DELAY được đặt về không.

Nếu độ trễ báo động ALARM đã chọn bị vượt qua trong quá trình xả băng, thì quá trình xả băng sẽ bị ngắt bởi sự trễ báo động ALARM, và mạch báo động làm việc (đèn tắt) cho đến khi nhiệt độ môi trường lại hạ xuống dưới mức giới hạn báo động.

*Xả băng bằng hơi nóng*

Xả băng bằng hơi nóng được phát tín hiệu từ một role thời gian xả băng lắp đặt bên ngoài và van KVQ nhận tín hiệu từ EKS 67 để đóng cửa van.

Ngay khi EKS ghi nhận KVQ đã đóng cửa van hoàn toàn thì đèn xả băng (DEFROST) sáng lên và những điểm tiếp điện tương ứng có điện áp. Van điện tử mở và hơi nóng đi vào dàn bay hơi. Một đầu cảm nhiệt phá băng S2 được gắn vào dàn bay hơi, tại vị trí có đóng băng. Khi nhiệt độ ở vị trí S2 đạt tới nhiệt độ đặt trước trong EKS 67 thì quá trình xả băng dừng lại, đèn xả băng tắt và van điện tử đóng lại. Sau khi xả băng, van KVQ mở van từ từ để tránh tràn lỏng về máy nén gây va đập thủy lực.

*Xả băng bằng điện trở*

Xả băng bằng hơi nóng cũng được phát tín hiệu từ một role thời gian xả băng lắp đặt bên ngoài. Đèn báo xả băng (DEFROST) bật sáng và các tiếp điện tương ứng có điện thế. Van điện tử trước van tiết lưu đóng lại.

Dây điện trở phá băng được nối mạch, trong khi van KVQ không cần đóng.

Khi nhiệt độ trong dàn bay hơi tăng lên, KVQ mở hoàn toàn.

Dây điện trở phá băng được ngắt mạch khi nhiệt độ trong dàn bay hơi đạt đến nhiệt độ đặt trong EKS 67 qua đầu cảm nhiệt S2.

Van điện từ trước van tiết lưu lại mở, hệ thống lạnh lại hoạt động bình thường sau khi quá trình phá băng cưỡng bức hoàn thành.

### Ứng dụng

Hệ thống điều chỉnh điện tử KVQ + EKS 67 có thể sử dụng hiệu quả ở các hệ thống lạnh cho các siêu thị với nhiều hộ tiêu thụ lạnh, trong các hệ thống lạnh thương nghiệp với các máy nén lạnh có điều chỉnh năng suất lạnh, trong các máy sản xuất nước lạnh, máy làm lạnh chất tải lạnh, các máy lạnh thử nghiệm trong phòng thí nghiệm, các hệ thống điều hòa không khí, các máy lạnh cho ô tô lạnh.

Hệ thống cho phép điều chỉnh năng suất lạnh dàn bay hơi phù hợp với năng suất lạnh yêu cầu của từng thời điểm vận hành và qua đó giảm thời gian làm việc của máy nén, giảm điện năng và tiết kiệm năng lượng tiêu thụ.

Do nhiệt độ bay hơi trung bình lớn hơn so với nhiệt độ bay hơi điều chỉnh bằng các dụng cụ cơ khí, độ ẩm duy trì trong buồng lạnh cao hơn nên tổn thất sản phẩm do khô ngót giảm, lượng băng tuyết bám vào dàn cũng giảm, năng lượng tiêu tổn cho phá băng giảm.

Nói chung so với các dụng cụ cơ khí, hệ thống điều chỉnh điện tử này có những ưu điểm chính như sau :

- Giảm được những tổn thất ON-OFF đối với hệ thống điều chỉnh hai vị trí bằng van điện từ đặt trước dàn bay hơi.
- Giảm được tổn thất do dao động áp suất và nhiệt độ của điều chỉnh 2 vị trí khi ON-OFF.
- Giảm được sự đóng ngắt liên tục của máy nén, vì áp suất bay hơi chỉ thay đổi rất chậm.
- Loại trừ được tình trạng làm việc với áp suất hút và nhiệt độ hút quá thấp và nhiệt độ không khí quá thấp.

Ngoài khả năng kết hợp với EKS 67, van KVQ còn có thể kết hợp với EKS 61 hoặc CVQ theo dạng van pilot kết hợp với van chủ PM để điều chỉnh cho các hệ thống lạnh lớn hơn. Phương pháp tính toán chọn van thích hợp cho máy lạnh giới thiệu trong các catalog của Danfoss. Bảng 10.2 giới thiệu đặc tính kỹ thuật của một số van KVQ cho môi chất lạnh R22.

**BẢNG 10.2. Đặc tính kỹ thuật của một số van KVQ của Danfoss**

Năng suất lạnh của van $Q_c$ , kW - Môi chất R22												
Nhiệt độ $t_o$ , °C	KVQ 15 + 22						KVQ 28 + 35					
	Hiệu áp $\Delta p$ , bar						Hiệu áp $\Delta p$ , bar					
	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7
-40	2,1	2,9	3,9	4,6	5,3	5,6	4,9	6,8	9,3	10,8	12,5	12,9
-30	2,7	3,7	5,1	6,1	7,5	8,2	6,3	8,8	12,1	14,4	17,5	19,3
-20	3,3	4,7	6,5	7,8	9,7	11,1	7,9	11,0	15,3	18,4	22,9	26,0
-10	4,1	5,7	8,0	9,7	12,2	14,1	9,4	13,5	18,9	22,9	28,8	33,2
0	4,9	6,9	9,8	11,8	14,9	17,4	11,6	16,3	22,9	27,8	35,3	41,0
10	5,8	8,2	11,6	14,1	17,9	21,0	13,8	19,4	27,3	33,2	42,3	49,5

### 10.3.2. Các dụng cụ điều chỉnh theo hiệu nhiệt độ (độ quá nhiệt)

Dại diện cho các dụng cụ điều chỉnh theo hiệu nhiệt độ là các van tiết lưu tự động nhờ độ quá nhiệt hơi hút về máy nén hay gọi tắt là các van tiết lưu nhiệt.

Van tiết lưu nhiệt đã được đề cập đến ở phần 6.2

Các loại van tiết lưu nhiệt là dụng cụ điều chỉnh lượng môi chất lỏng cấp cho dàn bay hơi theo kiểu hệ nhiệt áp manomet. Khi độ quá nhiệt thay đổi, lưu lượng môi chất lỏng thay đổi phù hợp. Độ quá nhiệt hơi hút tăng, lưu lượng tăng và độ quá nhiệt giảm, lưu lượng giảm.

Van tiết lưu tiếp nhận tín hiệu quá nhiệt như hiệu nhiệt độ sôi của môi chất lạnh và nhiệt độ hơi hút về máy nén. Nhiệt độ sôi được biểu thị ngay bằng áp suất sôi tác động phía dưới màng đàn nỡ của van tiết lưu. Nhiệt độ hơi hút về máy nén (hay hơi ra khỏi dàn bay hơi) sẽ được phản ánh bằng hệ nhiệt áp từ bầu cảm nhiệt bố trí trên đường hơi về máy nén, chất lỏng trong bầu cảm biến tín hiệu nhiệt độ thành áp suất và dẫn qua ống mao dẫn và tác động lên phía bên trên màng đàn nỡ, gián tiếp tác động đóng bớt hoặc mở rộng thêm cửa thoát van tiết lưu.

Theo phương pháp tác động người ta cũng chia van tiết lưu nhiệt thành loại tác động trực tiếp và loại tác động gián tiếp (pilot), loại trực tiếp là các loại có năng suất tới 100 + 150 kW cho môi chất freon, loại gián tiếp dùng cho các năng suất lớn hơn.

#### 10.3.2.1. Van tiết lưu nhiệt tác động trực tiếp

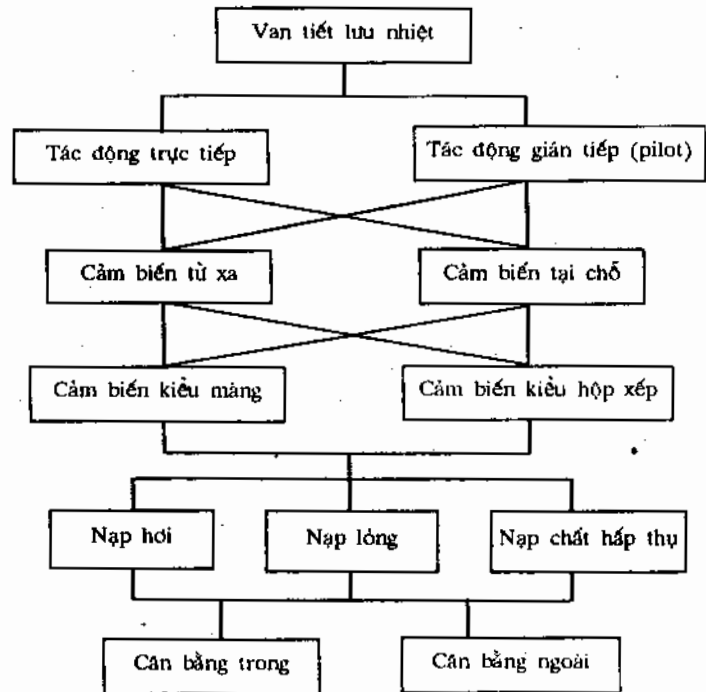
Van tiết lưu nhiệt tác động trực tiếp gọi tắt là van tiết lưu nhiệt. Các loại van này được chia làm hai loại chính kiểu hệ thống nhiệt áp và phương pháp trích áp suất bay hơi.

Theo kiểu hệ thống nhiệt áp van cũng được chia ra theo loại phần tử cảm biến: phần tử cảm biến từ xa và tại chỗ, theo loại chi tiết đàn hồi: loại màng hộp xếp, loại chất nạy: hơi, lỏng hoặc hấp thụ, theo phương pháp lấy tín hiệu áp suất có loại cân bằng trong và cân bằng ngoài (xem hình 10.23).

Cảm biến kiểu màng dễ chế tạo, rẻ tiền nhưng độ tuyến tính không cao bằng kiểu hộp xếp.

Như đã đề cập, hệ thống cảm biến của van tiết lưu nhiệt cũng có 3 dạng nạp là nạp hơi, nạp lỏng và nạp chất hấp phụ. Riêng đối với các van tiết lưu nhiệt người ta còn phân ra kiểu nạp có đặc tính song song và đặc tính cắt nhau.

Kiểu nạp có đặc tính song song là sử dụng chính môi chất lạnh của máy lạnh để nạp cho hệ cảm biến của van, do đó sự phụ thuộc của nhiệt độ và áp suất trong hệ cảm biến đồng nhất với nhiệt độ áp suất trong dàn bay hơi của máy lạnh.



Hình 10.23. Phân loại van tiết lưu nhiệt.

Kiểu nạp có đặc tính cắt nhau là hệ thống cảm biến của van được nạp một loại môi chất đặc biệt, mà được đặc tính nhiệt áp của nó cắt đường đặc tính môi chất lạnh của máy lạnh tại một hoặc 2 điểm. Kiểu nạp này có thể khắc phục được một số nhược điểm của kiểu nạp hơi hoặc lỏng kiểu song song nên được ứng dụng khá rộng rãi.

Van tiết lưu nhiệt cân bằng trong chỉ có một bầu cảm nhiệt độ biến thành tín hiệu áp suất tác động lên bề mặt trên của màng, phía dưới là áp suất sôi lấy trực tiếp từ hơi sau tiết lưu. Van cân bằng trong sử dụng cho các dàn có trở lực nhỏ.

Van tiết lưu nhiệt cân bằng ngoài, ngoài bầu cảm nhiệt như trên còn có thêm ống nối với đầu hút máy nén đưa vào phía dưới màng thay cho áp suất bay hơi. Van cân bằng ngoài thường dùng cho các dàn có trở lực lớn hay tổn thất áp suất qua dàn lớn.

Bây giờ chúng ta đi sâu tìm hiểu một vài loại van tiết lưu nhiệt thường dùng.

Hình 6.3 và 6.4 chương 6 đã giới thiệu nguyên tắc cấu tạo của van tiết lưu nhiệt cân bằng trong và cân bằng ngoài. Hình 10.24 giới thiệu cấu tạo van T2 và TE5 của Danfoss.

Van tiết lưu nhiệt cấp lỏng dàn bay hơi theo độ quá nhiệt hơi hút nên van chỉ sử dụng được cho các dàn bay hơi "khô" nghĩa là hơi ra từ các dàn này là hơi khô và quá nhiệt, độ quá nhiệt tỷ lệ với tải lạnh của dàn.

Các van tiết lưu nhiệt của Danfoss có các đặc điểm :

- Phạm vi nhiệt độ làm việc rộng  $-50 \div +60^{\circ}\text{C}$  cho các mục đích sử dụng khác nhau như kết đông, làm lạnh và điều hòa không khí.

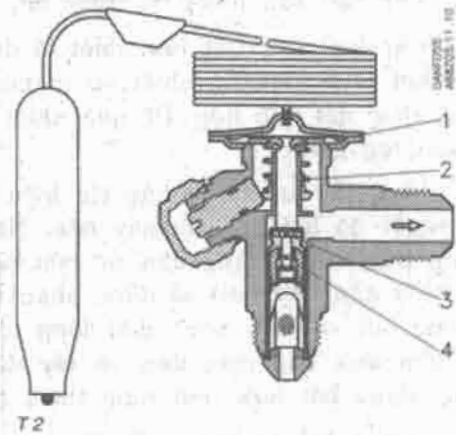
- Ruột van (để có lỗ thoát) có thể thay đổi dễ dàng. Ruột van có các đường kính, lỗ thoát khác nhau nên có thể thích ứng dễ dàng với năng suất lạnh thay đổi cũng như bảo dưỡng, sửa chữa rất dễ dàng.

- Năng suất lạnh từ 0,5 đến 1890 kW đối với R22.

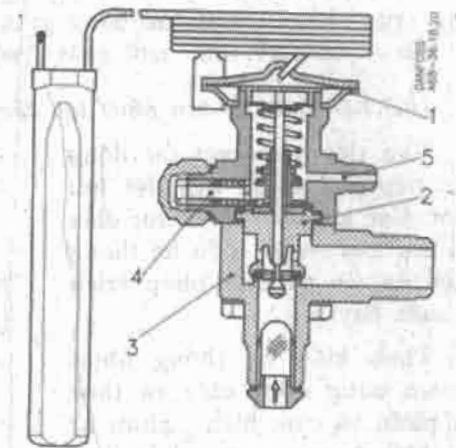
- Có bộ MOP (Max Operating Pressure) nếu cần. Khi lắp bộ MOP (áp suất làm việc tối đa) có thể tránh cho máy nén bị quá tải do áp suất bay hơi quá lớn khi xả lạnh hoặc tải lạnh tăng vọt.

- Bầu cảm nhiệt tiếp xúc 2 vị trí (do Danfoss phát minh), lắp đặt dễ dàng và nhanh chóng, trao đổi nhiệt tốt giữa bầu cảm và ống dẫn môi chất.

- Van tiết lưu Danfoss có bầu cảm với 4 kiểu nạp ký hiệu N, NM, NL và B. Bảng 10.3 giới thiệu điểm MOP của các kiểu nạp đối với các loại môi chất lạnh khác nhau.



T2



TE5

Hình 10.24. Cấu tạo van T2 và TE5 của Danfoss :

- 1 - màng dàn hơi ;
- 2 - ruột van (để có lỗ thoát) tác động rời khỏi thân van, có thể tháo ra để thay đổi ;
- 3 - thân van ;
- 4 - vít điều chỉnh độ quá nhiệt ;
- 5 - đầu nối ống cân bằng áp suất ngoài  $\phi 6$  loe.

**BẢNG 10.3. Điểm MOP (áp suất làm việc tối đa)**

Môi chất lạnh	Kiểu nạp N -40 ÷ -10°C	Kiểu nạp NM -40 ÷ -5°C	Kiểu nạp NL -40 ÷ -15°C	Kiểu nạp B -60 ÷ -25°C
	Điểm MOP ở nhiệt độ sôi $t_0$ và áp suất sôi $p_0$ (bar tuyệt đối)			
	Khoảng +15°C	Khoảng 0°C	Khoảng -10°C	Khoảng -20°C
R22	8	5,2	3,5	2,4
R134a	5	3,1	2,1	
R404A	9,3	6,2	4,4	3,1
R12	5	3,1	2,1	
R502	8,8	5,9	4,2	3,1

Khi đạt tới điểm MOP, để bảo vệ quá tải máy nén, van tiết lưu nhiệt đóng lại ngừng phun lỏng cho dàn bay hơi, như vậy áp suất hút không tăng cao hơn. Van vẫn đóng khi đạt điểm MOP cho dù nhiệt độ quá nhiệt ở bầu cảm tăng.

Khi điều chỉnh vít quá nhiệt của van, điểm MOP cũng thay đổi theo. Khi độ quá nhiệt tăng, điểm MOP giảm và ngược lại khi độ quá nhiệt giảm, điểm MOP tăng.

Định nghĩa độ giáng áp qua van tiết lưu

Độ giáng áp qua van tiết lưu có thể xác định từ biểu thức :

$$\Delta p = p_k - (p_0 + \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 + \Delta p_4 + \Delta p_5)$$

trong đó :

$p_k$  - áp suất ngưng tụ, bar ;

$p_0$  - áp suất bay hơi, bar ;

$\Delta p_1$  - tổn thất áp suất trên đường ống từ bình chứa đến trước van tiết lưu, bar ;

$\Delta p_2$  - tổn thất áp suất ở phin sấy lọc, mắt ga, van chặn, tê, cút, bar ;

$\Delta p_3$  - tổn thất ở đường dẫn ống đứng từ dưới lên, bar (bảng 10.4) ;

**BẢNG 10.4. Tổn thất áp suất  $\Delta p_3$ , bar ở hiệu chiều cao  $\Delta h$ , m giữa dàn bay hơi và bình chứa, m**

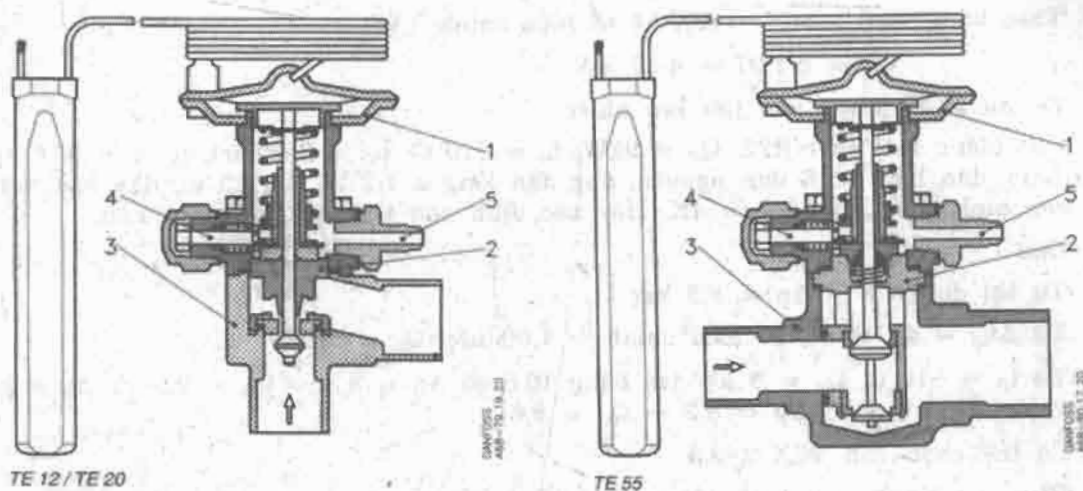
Môi chất	$\Delta p_3$ , bar ở $\Delta h$ , m				
	6m	12m	18m	24m	30m
R22	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5
R134a	0,7	1,4	2,1	2,8	3,6
R404A	0,6	1,3	1,9	2,5	3,2
R12	0,8	1,5	2,3	3,1	3,9
R502	0,7	1,5	2,2	2,9	3,7

$\Delta p_4$  - tổn thất áp suất ở đầu chia lỏng  $\Delta p_4 \approx 0,5$  bar ;

$\Delta p_5$  - tổn thất áp suất ở ống góp chia lỏng  $\Delta p_5 \approx 0,5$  bar.

**BẢNG 10.5. Năng suất lạnh của van tiết lưu nhiệt kiểu T, TE, PHT phụ thuộc  $t_0$  và  $\Delta p$ , môi chất R22, kiểu nạp N, độ quá lạnh lỏng trước van tiết lưu 4K (trích catalog Danfoss)**

	Số lỗ van $N^\circ$	$\Delta p, \text{ bar}$						$\Delta p, \text{ bar}$						$\Delta p, \text{ bar}$															
		8		10		12		6		8		10		12		6		8		10		12							
		$t_0 = 0^\circ\text{C}$												$t_0 = -10^\circ\text{C}$						$t_0 = -20^\circ\text{C}$						$t_0 = -30^\circ\text{C}$			
TX 2/TEX 2-0,15	0X	0,55	0,59	0,63	0,65	0,53	0,57	0,60	0,63	0,50	0,54	0,57	0,59	0,45	0,49	0,52	0,55	0,55	0,59	0,57	0,54	0,50	0,54	0,57	0,59	0,45	0,49	0,52	0,55
TX 2/TEX 2-0,3	00	1,2	1,3	1,3	1,4	1,1	1,2	1,2	1,3	1,0	1,1	1,1	1,2	0,90	0,96	1,0	1,1	0,90	1,2	1,1	1,1	1,0	1,1	1,1	1,2	0,90	0,96	1,0	1,1
TX 2/TEX 2-0,7	01	2,7	3,0	3,1	3,2	2,3	2,5	2,6	2,7	1,9	2,0	2,2	2,3	1,5	1,7	1,8	1,8	1,5	2,3	2,2	2,2	1,9	2,0	2,2	2,3	1,5	1,7	1,8	1,8
TX 2/TEX 2-1,0	02	4,0	4,3	4,6	4,8	3,3	3,6	3,8	4,0	2,7	2,9	3,1	3,2	2,2	2,7	2,5	2,6	2,2	3,2	3,1	2,9	2,7	2,9	3,1	3,2	2,2	2,7	2,5	2,6
TX 2/TEX 2-1,5	03	7,1	7,8	8,2	8,5	5,9	6,4	6,8	7,1	4,8	5,2	5,5	5,8	3,9	4,2	4,4	4,6	3,9	4,2	4,1	4,1	3,9	4,2	4,4	4,6	3,9	4,2	4,4	4,6
TX 2/TEX 2-2,3	04	10,5	11,5	12,2	12,7	8,7	9,5	10,1	10,5	7,1	7,7	8,2	8,5	5,7	6,2	6,5	6,8	5,7	6,2	6,1	6,1	5,7	6,2	6,5	6,8	5,7	6,2	6,5	6,8
TX 2/TEX 2-3,0	05	13,3	14,6	15,5	16,1	11,0	12,0	12,8	13,3	9,0	9,8	10,3	10,8	7,2	7,8	8,3	8,6	7,2	7,8	7,7	7,7	7,2	7,8	8,3	8,6	7,2	7,8	8,3	8,6
TX 2/TEX 2-4,5	06	16,3	17,8	18,9	19,6	13,5	14,7	15,6	16,2	11,0	11,9	12,6	13,1	8,8	9,6	10,1	10,5	8,8	9,6	9,5	9,5	8,8	9,6	10,1	10,5	8,8	9,6	10,1	10,5
TEX 5-3	01	19,1	20,8	22,0	22,7	16,3	17,7	18,8	19,5	13,0	14,1	15,0	15,6	10,2	11,1	11,7	12,2	10,2	11,1	11,0	11,0	10,2	11,1	11,7	12,2	10,2	11,1	11,7	12,2
TEX 5-4,5	02	26,1	28,3	29,9	30,9	22,4	24,3	25,7	26,7	18,1	19,6	20,8	21,6	14,3	15,4	16,4	17,0	14,3	15,4	15,3	15,3	14,3	15,4	16,4	17,0	14,3	15,4	16,4	17,0
TEX 5-7,5	03	37,5	40,6	42,8	44,2	32,7	35,6	37,8	39,4	26,3	28,7	30,6	32,0	20,8	22,7	24,2	25,4	20,8	22,7	22,6	22,6	20,8	22,7	24,2	25,4	20,8	22,7	24,2	25,4
TEX 5-12	04	53,5	58,0	61,2	63,2	46,8	51,0	54,1	56,3	37,7	41,1	43,7	45,7	29,8	32,5	34,6	36,3	29,8	32,5	32,4	32,4	29,8	32,5	34,6	36,3	29,8	32,5	34,6	36,3
TEX 12-4,5	01	24,5	26,8	28,5	29,6	21,4	23,4	24,8	25,8	18,1	19,6	20,8	21,6	14,8	16,0	16,9	17,6	14,8	16,0	15,9	15,9	14,8	16,0	16,9	17,6	14,8	16,0	16,9	17,6
TEX 12-7,5	02	19,8	43,5	46,1	47,8	34,8	37,9	40,2	41,8	29,4	32,0	33,9	35,2	24,2	26,2	27,7	28,8	24,2	26,2	26,1	26,1	24,2	26,2	27,7	28,8	24,2	26,2	27,7	28,8
TEX 12-12	03	58,5	63,9	67,7	70,3	50,7	55,6	59,0	61,4	42,9	46,7	49,6	51,7	35,1	38,1	40,5	42,4	35,1	38,1	38,0	38,0	35,1	38,1	40,5	42,4	35,1	38,1	40,5	42,4
TEX 12-18	04	77,8	85,0	90,2	93,7	67,7	74,0	78,7	82,1	57,0	62,3	66,4	69,6	46,6	51,0	54,6	57,4	46,6	51,0	50,9	50,9	46,6	51,0	54,6	57,4	46,6	51,0	54,6	57,4
TEX 20-30	01	98,5	107	113	118	85,9	9,6	99,2	103	72,4	78,8	83,8	87,4	59,2	64,5	68,8	72,0	59,2	64,5	64,4	64,4	59,2	64,5	68,8	72,0	59,2	64,5	68,8	72,0
TEX 55-50	01	218	237	251	260	189	205	217	225	158	171	181	187	129	139	146	151	129	139	138	138	129	139	146	151	129	139	146	151
TEX 55-85	02	326	355	375	388	285	309	327	339	240	260	275	285	197	212	224	232	197	212	211	211	197	212	224	232	197	212	224	232
PHTX 85	1	93,4	103	111	115	74,9	82,9	88,4	92,9	57,8	63,3	68,2	71,5	42,8	46,8	49,8	52,2	42,8	46,8	46,7	46,7	42,8	46,8	49,8	52,2	42,8	46,8	49,8	52,2
PHTX 85	2	153	169	180	188	126	139	148	156	99,5	109	117	123	74,7	81,7	86,9	91,1	74,7	81,7	81,6	81,6	74,7	81,7	86,9	91,1	74,7	81,7	86,9	91,1
PHTX 85	3	241	265	283	295	195	215	228	239	151	166	178	186	112	124	132	138	112	124	123	123	112	124	132	138	112	124	132	138
PHTX 85	4	391	432	460	480	276	310	334	350	165	187	205	215	120	134	145	153	120	134	133	133	120	134	145	153	120	134	145	153
PHTX 125	1	698	763	813	840	582	637	677	707	465	511	541	567	358	390	413	434	358	390	389	389	358	390	413	434	358	390	413	434
PHTX 300	1	1022	1110	1182	1216	827	898	957	1002	648	711	751	789	487	536	570	598	487	536	535	535	487	536	570	598	487	536	570	598
PHTX 300	2	1685	1827	1941	1997	1401	1522	1620	1695	1124	1233	1304	1370	862	949	1011	1062	862	949	948	948	862	949	1011	1062	862	949	1011	1062



Hình 10.25. Cấu tạo van tiết lưu nhiệt kiểu TE 12/20 và TE 55 của Danfoss :

- 1 - mành dẫn nở + hộp ; 2 - ruột van thay thế được ; 3 - thân van ;  
4 - vít điều chỉnh độ quá nhiệt ; 5 - đầu nối cân bằng ngoài nối lọc ống 6mm.

**Thí dụ 10.2 :**

Cho biết máy lạnh R22,  $Q_o = 9\text{kW}$ ,  $t_o = -10^\circ\text{C}$ ,  $p_o = 3,6\text{ bar}$  ;  $t_k = +36^\circ\text{C}$ ,  $p_k = 13,9\text{ bar}$ .  
Dàn lạnh gồm 6 đơn nguyên ; đường kính và chiều dài ống dẫn lỏng  $d = 1/2\text{in}$ ,  $l = 25\text{m}$  ;  
Dàn bay hơi đặt cao hơn bình chứa  $\Delta h = 6\text{m}$ . Hỏi độ giáng áp là bao nhiêu ?

**Giải :**

$$\Delta p = 13,9 - (3,6 + 0,1 + 0,2 + 0,7 + 0,5 + 0,5) = 8,3\text{ bar}$$

Hình 10.25 giới thiệu cấu tạo của van TE 12/20 và TE 55. Cả 2 loại van này đều là loại cân bằng ngoài. Chú ý, tất cả các dẫn lạnh cố đầu chia lỏng đều phải sử dụng loại van cân bằng ngoài. Bảng 10.5 giới thiệu năng suất lạnh và các đặc tính kỹ thuật của van T và TE.

Khi tính toán năng suất lạnh để chọn van tiết lưu nhiệt cần lưu ý là độ quá lạnh lỏng trước van tiết lưu so với nhiệt độ ngưng tụ là 4 K. Nếu độ quá lạnh lỏng cao hơn, cần phải hiệu chỉnh năng suất lạnh bằng cách chia năng suất lạnh cho hệ số hiệu chỉnh do thay đổi độ quá lạnh lỏng (xem bảng 10.6).

**BẢNG 10.6. Hệ số hiệu chỉnh năng suất lạnh của bảng 10.5**

$\Delta t_{ql}$	4K	10K	15K	20K	25K	30K	35K	40K	45K	50K
Hệ số hiệu chỉnh	1,00	1,07	1,13	1,19	1,25	1,32	1,38	1,45	1,53	1,59

**Thí dụ 10.3 :**

Môi chất R22, năng suất lạnh  $Q_o = 5\text{kW}$ , độ quá lạnh lỏng  $\Delta t_{ql} = 10\text{K}$ .

Tìm năng suất lạnh tính toán để chọn van.

**Giải :**

Theo bảng 10.6 :  $\Delta t_{ql} = 10K$  hệ số hiệu chỉnh 1,07.

$$Q_o = 5/1,07 = 4,67 \text{ kW.}$$

**Thí dụ 10.4 :** Chọn van tiết lưu nhiệt

Cho biết : môi chất R22,  $Q_o = 9\text{kW}$ ,  $t_o = -10^\circ\text{C}$  ( $p_o = 3,6 \text{ bar}$ ),  $t_k = +36^\circ\text{C}$  ( $p_k = 13,9 \text{ bar}$ ), dàn lạnh có 6 đơn nguyên, ống dẫn lỏng  $\phi 1/2 \text{ in}$ , dài 25 m, dàn bay hơi đặt cao hơn bình chứa 6m,  $\Delta t_{ql} = 4K$ . Hãy xác định van tiết lưu nhiệt yêu cầu.

**Giải :**

Từ thí dụ 10.2 có  $\Delta p = 8,3 \text{ bar}$

Từ  $\Delta t_{ql} = 4K$  có hệ số hiệu chỉnh = 1,00 nên  $Q_o = 9\text{kW}$ .

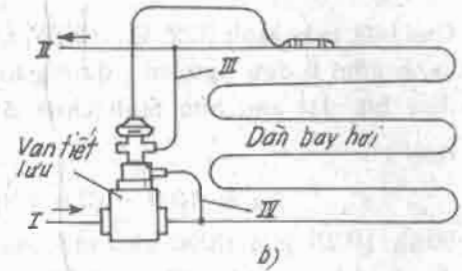
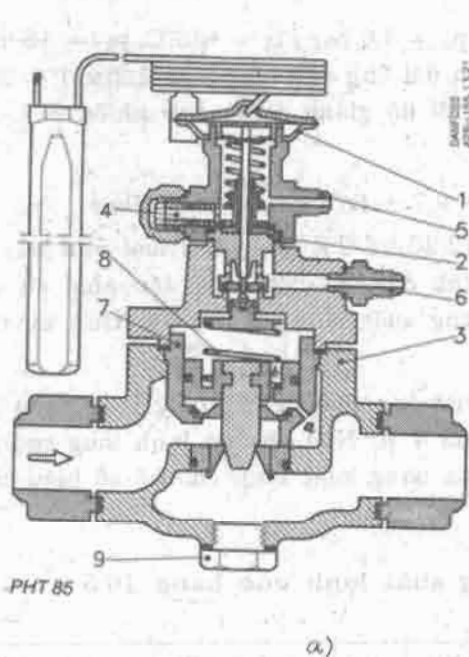
Từ  $t_o = -10^\circ\text{C}$ ,  $Q_o = 9 \text{ kW}$  tra bảng 10.5 có  $\Delta p = 8,3 \rightarrow Q_o = 9,5$  và  $\Delta p = 10 \rightarrow Q_o = 10,1$ . Nội suy có  $\Delta p = 8,3 \rightarrow Q_o = 9,6$ .

Có thể chọn van TEX 2-2.3

**Chú ý :** Năng suất lạnh của van lớn hơn giá trị cho trong bảng chừng 20%.

### 10.3.2.2. Van tiết lưu nhiệt tác động gián tiếp (pilot)

Van tiết lưu nhiệt tác động gián tiếp là van chính được điều khiển bằng van pilot. Tín hiệu nhiệt độ và áp suất được đưa vào van pilot còn van chính chỉ là cơ cấu thừa hành. Hình 10.26 giới thiệu van tiết lưu nhiệt tác động gián tiếp (pilot) kiểu PHT 85



Hình 10.26. Van tiết lưu nhiệt pilot kiểu PHT85 của Danfoss

- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| a) Cấu tạo của van                 | 3 - thân van ;                                    |
| b) Cách lắp vào dàn bay hơi        | 4 - vít điều chỉnh độ quá nhiệt ;                 |
| I - Lòng tử bình chứa đến          | 5 - đầu nối ống cân bằng ngoài nối ống lọc 6 mm ; |
| II - Hơi về máy nén                | 6 - nối tín hiệu pilot ;                          |
| III - Đường nối ống cân bằng ngoài | 7 - xilanh dẫn hướng ;                            |
| IV - Đường nối tín hiệu pilot      | 8 - lò xo chính ;                                 |
| 1 - hộp màng dẫn nở ;              | 9 - nút đáy.                                      |
| 2 - ruột van thay thế được ;       |   |

của Danfoss và phương pháp lắp vào dàn bay hơi. Van pilot nằm phía trên van chính, nhưng về nguyên tắc có thể tách riêng van pilot khỏi van chính.

Năng suất lạnh của van đã được trích giới thiệu ở bảng 10.5. Năng suất lạnh định mức có thể lên tới gần 2000 kW.

Khi độ quá nhiệt hơi hút thấp, cửa van pilot đóng do đó chất lỏng lạnh đi qua lò cân bằng a, phía dưới chỉ tiết 7 để vào khoang dưới xilanh dẫn hướng 7 và qua lỗ cân bằng b vào cả khoang trên. Hiệu áp suất trên và dưới bằng không. Dưới tác động của lò xo 8 pittông mang kim van đóng bốt cửa thoát môi chất.



Khi độ quá nhiệt hơi hút tăng lên, van pilot từ từ mở cho môi chất lạnh qua ống 6 vào dàn bay hơi. Áp suất khoang dưới pittông lớn hơn, sẽ thắng lực lò xo và đẩy pittông mang theo kim van chính lên mở rộng thêm cửa thoát cho môi chất đi vào nhiều hơn.

Cứ như vậy van điều chỉnh lưu lượng môi chất vào tỷ lệ với độ quá nhiệt hơi hút về máy nén.

### 10.3.2.3. Bộ tiết lưu điện tử của Engelhof

Bộ tiết lưu điện tử của Engelhof (CHLB Đức) gồm 3 bộ phận : van tiết lưu điện tử RTC, bộ vi xử lý MPS20 và các đầu cảm nhiệt độ Pt 100 Ohm.

Hình 10.27 giới thiệu cấu tạo của van tiết lưu điện tử RTC của hãng Engelhof. Van được ghép nối từ 2 bộ phận chính là van tiết lưu và bộ phận truyền động là động cơ hoạt động theo bước.

Nhiệm vụ của van tiết lưu điện tử này là điều khiển mô tơ điện phù hợp với nhu cầu phun lỏng cho dàn bay hơi. Van chỉ sử dụng cho các dàn bay hơi (hoặc bình bay hơi) khô và được điều chỉnh nhờ độ quá nhiệt hơi hút về máy nén. Van có thể sử dụng cho tất cả các loại môi chất lạnh.

Van tiết lưu điện tử RTC điều chỉnh theo đặc tính tỷ lệ tích phân PI. Có thể sử dụng máy tính cá nhân PC để điều khiển van.

Sử dụng động cơ phân bước 2 pha 2 cực đã mang lại các ưu điểm :

- Vị trí kim van xác định
- Điều khiển số (digital)
- Không có các chi tiết ma sát
- Tuổi thọ rất cao
- Dòng điện không đổi
- Moment quay không đổi.
- Làm việc tức thời (không có tính trễ).

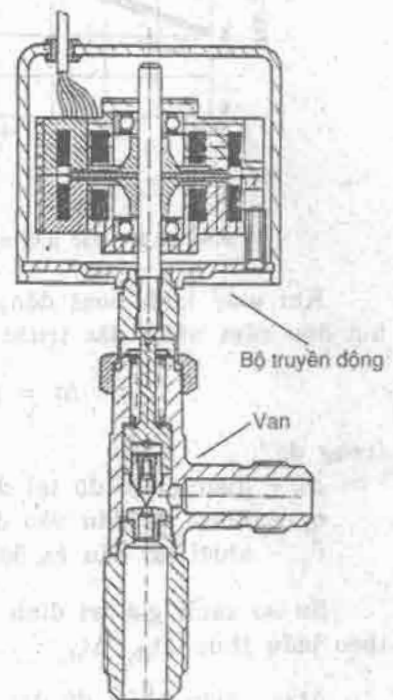
Van tiết lưu điện tử RTC của Engelhof được chia làm 2 loại RTC L1 và RTC L2, năng suất lạnh tiêu chuẩn ở  $t_0 = -10^{\circ}\text{C}$  và  $t_k = 35^{\circ}\text{C}$  đối với R22 tương ứng là 10,5 và 18,0 kW, đường kính ống danh nghĩa vào đều là  $d_1 = 10$ , đường kính ống danh nghĩa ra tương ứng là  $d_2 = 12$  và  $d_2 = 15$  mm. Các van đều dùng cho tất cả các loại môi chất lạnh riêng RTC L2 không dùng cho amoniác. Hình 10.28 giới thiệu họ đường năng suất lạnh phụ thuộc vào  $t_0$  và  $t_k$  của môi chất R22 đối với van RTC 2.

Hình 6.5 (chương 6) đã giới thiệu ứng dụng của RTC vào việc cấp lỏng cho dàn lạnh.

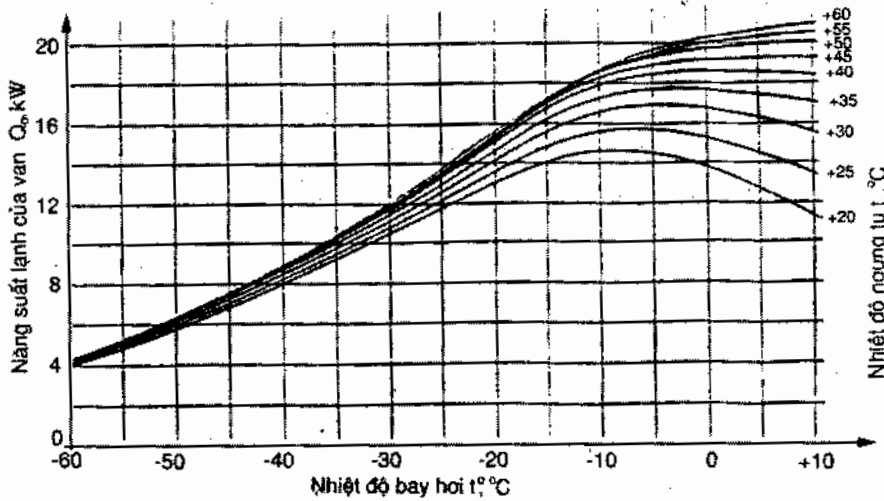
Các đầu cảm nhiệt độ (kiểu PT 100 Ohm) ghi nhận nhiệt độ đầu vào dàn lạnh  $t_1$  và nhiệt độ đầu ra dàn lạnh  $t_2$  (nhiệt độ quá nhiệt). Các tín hiệu này được chuyển đến bộ khuếch đại rồi đưa trực tiếp vào một bộ vi xử lý sau đó qua bộ biến đổi tương tự tích phân để ra tín hiệu số tương tự.

Phạm vi điều chỉnh độ quá nhiệt nằm trong khoảng từ 1 đến 15K với độ phân giải  $\Delta t = 1\text{K}$ .

Sau khi đã đạt độ quá nhiệt, giá trị định trị đó sẽ được đưa thẳng vào bộ vi xử lý.



Hình 10.27. Van tiết lưu điện tử kiểu RTC của Engelhof.



Hình 10.28. Đặc tính năng suất lạnh của van RTC 2 phụ thuộc vào  $t_0$  và  $t_1$  cho R22.

Khi máy lạnh hoạt động, giá trị định trị sẽ được so sánh với giá trị  $S_2 - S_1$  của hai đầu cảm nhiệt đặt trước và sau dàn bay hơi (xem hình 6.5) hay giá trị  $\Delta t$  thực :

$$\Delta t = t_4 - t_1, \text{ K}$$

trong đó :

- $\Delta t$  - hiệu nhiệt độ tại đầu vào và đầu ra dàn bay hơi, K ;
- $t_4$  - nhiệt độ đầu vào dàn bay hơi (S1) ;
- $t_1$  - nhiệt độ đầu ra dàn bay hơi (S2).

Sự so sánh giá trị định trị và giá trị điều chỉnh được thực hiện trong bộ vi xử lý theo biểu thức  $\Delta t_{dt} / \Delta t_{dc}$  :

$\Delta t_{dt}$  : hiệu nhiệt độ đặt (định trị)

$\Delta t_{dc}$  : hiệu nhiệt độ tức thời đo được.

Khi so sánh, bộ vi xử lý sẽ quyết định đóng bớt hay mở thêm van tiết lưu điều chỉnh lưu lượng môi chất lạnh phun vào dàn bay hơi, khi :

$\frac{\Delta t_{dt}}{\Delta t_{dc}} < 1$ , kim van mở thêm, lưu lượng môi chất lạnh phun tăng

$\frac{\Delta t_{dt}}{\Delta t_{dc}} = 1$ , kim van giữ nguyên vị trí, lưu lượng môi chất phun không đổi.

$\frac{\Delta t_{dt}}{\Delta t_{dc}} > 1$ , kim van khép bớt, lưu lượng môi chất giảm.

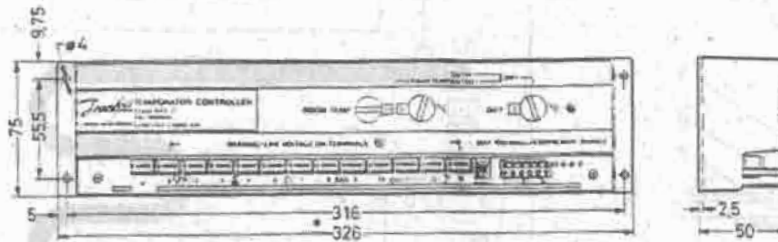
Khi xả băng, bộ vi xử lý ra lệnh cho van tiết lưu đóng và điều khiển quá trình xả băng cho đến khi kết thúc để quay lại quá trình làm lạnh.

#### 10.3.2.4. Bộ tiết lưu điện tử AK của Danfoss

Danfoss chế tạo loại tiết lưu điện tử trong đó có kiểu AK gồm AK10 và AK20 dùng cho một hoặc đồng thời nhiều dàn bay hơi với chế độ phun lỏng tối ưu với nhiều chế độ làm việc khác nhau.

AK10 gồm các bộ phận chính như sau :

- Bộ điều chỉnh điện tử kiểu AKC (hình 10.29)
- Van tiết lưu điện tử kiểu AKV (hình 10.30)
- Các đầu cảm nhiệt độ kiểu AKS, Pt 1000 Ohm (hình 10.30).



Hình 10.29. Bộ điều chỉnh điện tử (bộ vi xử lý) kiểu AKC.

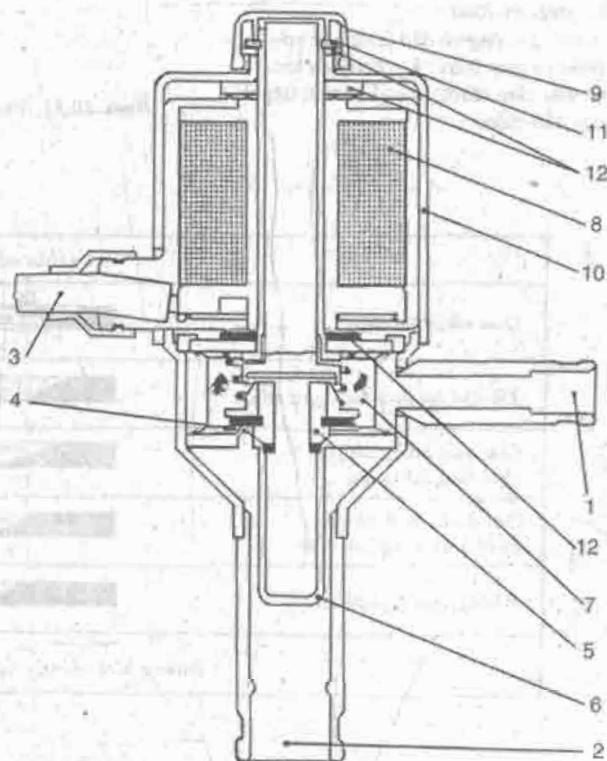
Tùy theo dàn bay hơi có thể sử dụng từ 2 đến 5 đầu cảm nhiệt cho mỗi dàn bay hơi. Khi sử dụng cho nhiều dàn lạnh của hệ thống lạnh thương nghiệp chẳng hạn có thể sử dụng hệ thống điều chỉnh điện tử ADAP - KOOL AK 30 (xem mục 9.3.3.3) là hệ thống phát triển của AK10 và AK20.

AK10 điều chỉnh phun lỏng cho dàn bay hơi cũng theo tín hiệu nhiệt độ quá nhiệt sau dàn bay hơi tương tự như RTC của Engelhof.

Độ quá nhiệt lớn của dàn bay hơi đồng nghĩa với lưu lượng môi chất lạnh phun vào dàn nhỏ, hiệu quả trao đổi nhiệt của dàn kém, nhiệt độ bay hơi thấp và hệ số lạnh của hệ thống lạnh nhỏ.

Về lý thuyết, với độ quá nhiệt  $\Delta t_{qn} = 0$  ta có thể đạt hiệu quả dàn là cao nhất. Tuy nhiên không thể thực hiện được điều đó do nguy cơ tràn lỏng về máy nén.

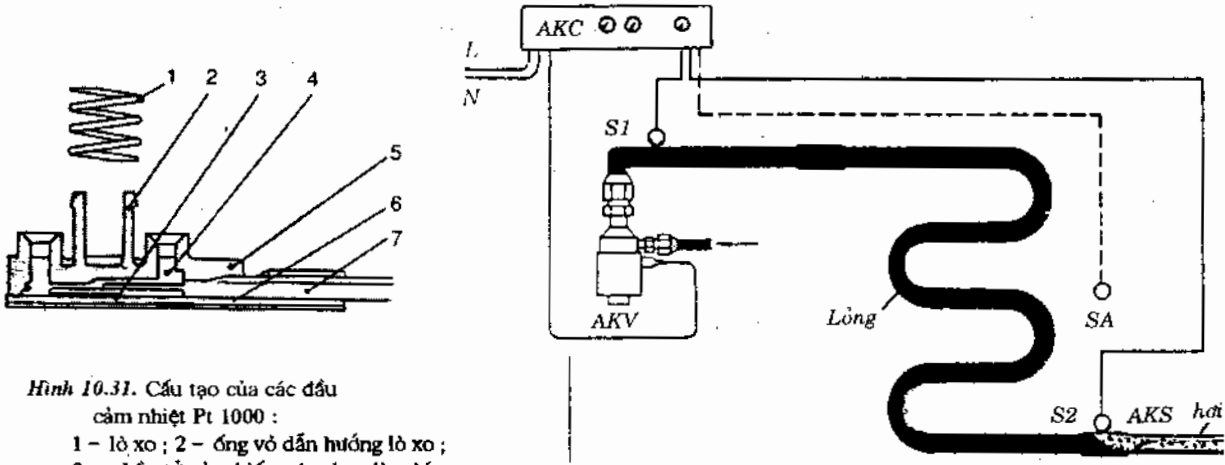
Chế độ làm việc của dàn do đó phải nằm trong khoảng giữa hai chế độ vừa nêu, vừa đạt hiệu quả trao đổi nhiệt lớn, vừa không ảnh hưởng đến máy nén. Chế độ này phụ thuộc độ cấp lỏng tối ưu mà ở đó người ta còn đo được thành phần của lỏng có mặt trong đường hút về máy nén, nghĩa là độ quá nhiệt ở đây là



Hình 10.30. Cấu tạo van tiết lưu điện tử kiểu AKV.

- |                            |                    |
|----------------------------|--------------------|
| 1 - môi chất vào ;         | 7 - fin lọc ;      |
| 2 - môi chất ra ;          | 8 - cuộn dây ;     |
| 3 - dây điện (220V - DC) ; | 9 - nắp ;          |
| 4 - lỗ phun ;              | 10 - vỏ cuộn dây ; |
| 5 - ống ngậm 1 ;           | 11 - vòng kẹp ;    |
| 6 - ống ngậm 2 ;           | 12 - đệm kín.      |

không ổn định. Phạm vi dàn bay hơi làm việc với chế độ quá nhiệt không ổn định được gọi là giới hạn quá nhiệt. Hình 10.32 giới thiệu cách đặt các đầu cảm nhiệt của AKS của AKC để điều khiển van AKV trong dàn bay hơi và hình 10.33 giới thiệu một cách đơn giản cách xác định giới hạn quá nhiệt.



Hình 10.31. Cấu tạo của các đầu cảm nhiệt Pt 1000 :  
 1 - lò xo ; 2 - ống vỏ dẫn hướng lò xo ;  
 3 - phần tử cảm biến ; 4 - keo làm kín ;  
 5 - vỏ đầu cảm nhiệt ; 6 - diện tích tiếp xúc ;  
 7 - dây dẫn điện.

Hình 10.32. Phương pháp bố trí AK10 trong dàn bay hơi .

	Vị trí đầu cảm nhiệt	Tín hiệu quá nhiệt
Quá nhiệt ổn định		$\Delta T_{qn} = T_1 - T_4$ 
Đã đạt tới giới hạn quá nhiệt		
Còn quá nhiệt nhưng tỷ lệ lỏng tăng lên		
Còn quá nhiệt nhưng tỷ lệ lỏng tăng cao hơn		
Không còn quá nhiệt		

Đường hút về máy nén

Hình 10.33. Vị trí đặt đầu cảm và giới hạn quá nhiệt.

Giới hạn quá nhiệt không phải một giá trị cố định mà nó phụ thuộc vào :

- Kiểu dàn bay hơi,
- Kết cấu của dàn,
- Năng suất lạnh,
- Chế độ làm việc của hệ thống.

Sự điều chỉnh cấp lỏng hoàn hảo cho dàn bay hơi là sự điều chỉnh cấp lỏng không phụ thuộc vào các yếu tố vừa nêu trên mà nó phải tự động xác định được giới hạn quá nhiệt và điều chỉnh hệ thống lạnh làm việc ở chế độ đó. AK10 đảm bảo được chức năng này.

## CHƯƠNG 11

# DỤNG CỤ ĐIỀU CHỈNH VÀ BẢO VỆ MỨC LÒNG

Dụng cụ tự động điều chỉnh, báo hiệu và bảo vệ mức lỏng được sử dụng để cấp lỏng cho bình bay hơi, bình trung gian cũng như để báo hiệu và bảo vệ mức lỏng không được vượt qua mức cho phép trong các bình đó.

Phụ thuộc vào đặc điểm của tác động điều chỉnh người ta phân ra dụng cụ điều chỉnh 2 vị trí (đặc tính role) và dụng cụ điều chỉnh liên tục.

Các role mức lỏng gây ra sự điều chỉnh nhảy cấp theo kiểu ON-OFF đã trình bày ở các chương trên.

Dụng cụ điều chỉnh liên tục mức lỏng được trang bị cơ cấu để đảm nhiệm được chức năng điều chỉnh tự động mức lỏng theo tỷ lệ của đối tượng cần điều chỉnh.

Tùy theo áp suất làm việc, dụng cụ điều chỉnh mức lỏng được chia ra làm 2 loại áp suất thấp và áp suất cao, hay loại chảy vào và loại chảy ra. Loại chảy vào là loại van phao áp suất thấp, lắp đặt phía bình bay hơi, khi mức lỏng hạ xuống, van mở cho lỏng vào van làm việc ở áp suất thấp. Loại chảy ra là van phao áp suất cao, lắp đặt phía bình ngưng tụ, khi mức lỏng dâng lên van mở cho lỏng chảy sang bình bay hơi. Van làm việc ở áp suất cao.

### 11.1. DỤNG CỤ ĐIỀU CHỈNH VÀ BẢO VỆ MỨC LÒNG 2 VỊ TRÍ

Dụng cụ điều chỉnh và bảo vệ mức lỏng 2 vị trí được chia là 2 loại : role mức lỏng và dụng cụ điều chỉnh mức lỏng 2 vị trí. Role mức lỏng là loại dụng cụ đóng ngắt mạch điện ra ON-OFF. Dụng cụ điều chỉnh mức 2 vị trí là tổ hợp các thiết bị cho phép đóng hoặc mở hoàn toàn khi điều chỉnh mức lỏng. Sau đây ta đi sâu tìm hiểu từng loại dụng cụ cụ thể :

#### 11.1.1. Role mức lỏng kiểu phao điện tử

Hình 11.1 giới thiệu hình dáng bên ngoài role mức lỏng kiểu phao điện tử kiểu 38E của Danfoss.

Role mức lỏng kiểu phao điện tử 38E sử dụng để điều chỉnh mức lỏng của nhiều thiết bị khác nhau, thí dụ :

- Bình bay hơi kiểu ngập,
- Bình chứa tuần hoàn của hệ thống lạnh có bơm tuần hoàn,
- Bình tuần hoàn trong các hệ thống bơm khí,
- Bình trung gian của các hệ thống lạnh 2 cấp nén,
- Các bình ngưng tụ các loại.

Role mức lỏng 38E cũng có thể dùng để bảo vệ mức lỏng quá cao hoặc quá thấp trong các thiết bị. Hệ thống tiếp điểm SPDT của role cho phép bố trí hệ thống báo động hoặc báo hiệu.

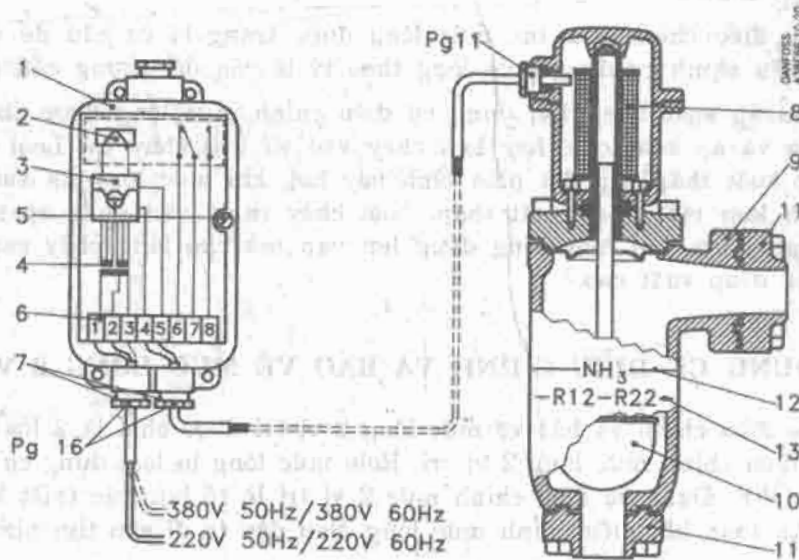
Role 38E sử dụng được cho các môi chất lạnh khác nhau như R22, R134a, R404A, R502, R717 (NH<sub>3</sub>). Vì sai mức lỏng điều chỉnh nằm trong khoảng 10 và 40 mm, nhiệt độ công tác  $-45 \div 55^{\circ}\text{C}$ , nhiệt độ môi trường cao nhất cho phép  $55^{\circ}\text{C}$ , áp suất làm việc tối đa cho phép 28 bar, điện áp 220/380V, 50Hz hoặc 60Hz, điện áp cho phép dao động trong khoảng  $+10 \div -15\%$ .



Hình 11.2 giới thiệu cấu tạo của role 38E. Role mức lỏng điện tử kiểu phao 38E gồm 2 phần riêng biệt :

Hình 11.1. Hình dáng bên ngoài của role mức lỏng kiểu phao điện tử kí hiệu 38E của Danfoss.

1. Phần bầu phao : bầu phao làm bằng gang đúc kín khí, bên trong có phao được gắn cán phao phía trên. Phía trên bố trí cuộn dây điện tử và cán phao là lõi cuộn dây chuyển động bên trong.

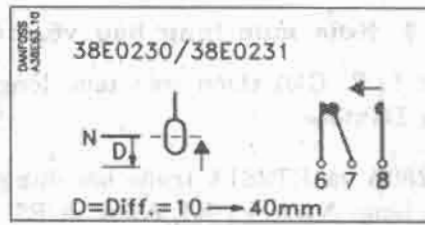
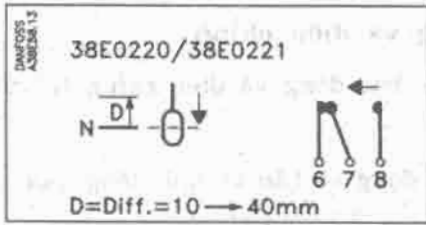


Hình 11.2. Cấu tạo của role mức lỏng điện tử kiểu phao 38E Danfoss :

- |                                       |                              |  |
|---------------------------------------|------------------------------|--|
| 1 - vỏ bộ khuếch đại chịu được nước ; | 6 - các vít nối dây ;        | 11 - bích nối ;                                |
| 2 - role ;                            | 7 - lõi luồn dây điện ;      | 12 - mức lỏng danh nghĩa của NH <sub>3</sub> ; |
| 3 - bộ khuếch đại ;                   | 8 - cuộn dây điện tử pilot ; | 13 - mức lỏng danh nghĩa của R12 và R22.       |
| 4 - biến áp chính ;                   | 9 - bầu phao ;               |  |
| 5 - nối đất ;                         | 10 - phao và cán phao ;      |  |

2. Bộ khuếch đại : bộ khuếch đại với biến áp chính. Bộ khuếch đại được thiết kế cho điện 220/380V, 50/60 Hz.

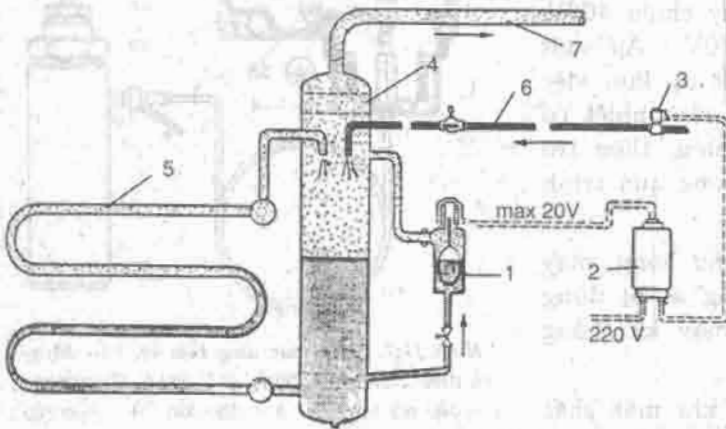
Phao (10) nổi lên cao hoặc tụt xuống thấp khi mức lỏng trong bầu phao thay đổi, dòng điện có điện áp thấp qua cuộn dây điện tử pilot sẽ thay đổi. Sự thay đổi đó được khuếch đại qua bộ khuếch đại (3) làm cho các tiếp điểm (6-7) hoặc (7-8) đóng hoặc mở (hình 11.3).



Hình 11.3. Tiếp điểm của rơle mức lỏng điện tử kiểu phao 38E ;

- Tiếp điểm (6-7) đóng khi mức lỏng hạ xuống điểm đặt N và ngắt khi mức lỏng tăng một khoảng bằng giá trị vi sai D ;
- Tiếp điểm (6-7) đóng khi mức lỏng dâng đến điểm đặt N và ngắt khi mức lỏng hạ một khoảng bằng giá trị vi sai D.

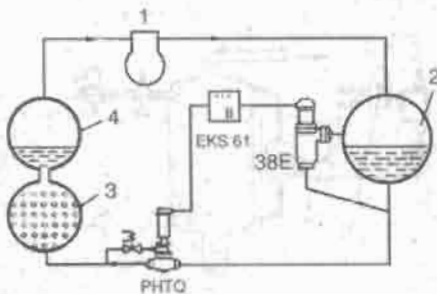
Để điều chỉnh mức lỏng, rơle mức lỏng kiểu phao điện tử 38E phải sử dụng với một van điện tử trực tiếp đóng mở đường cấp lỏng cho bình bay hơi hoặc bình trung gian... hoặc van điện tử pilot để đóng mở van chủ cấp lỏng (xem hình 6.13, 6.14, 6.15, 6.16, 6.17, 6.20). Hình 11.4. Giới thiệu ứng dụng điều chỉnh mức lỏng dàn bay hơi kiểu ngập của 38E với van điện tử.



Hình 11.4. Ứng dụng của rơle mức lỏng 38E vào dàn bay hơi kiểu ngập :

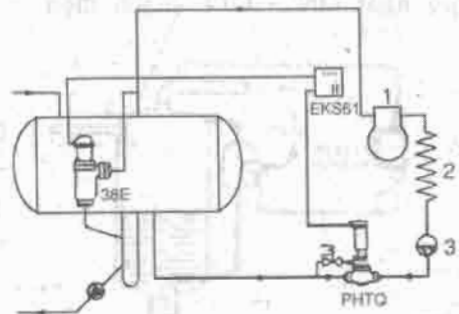
- 1 - hộp phao 38E ;
- 2 - hộp điều khiển điện tử 38E ;
- 3 - van điện tử ;
- 4 - bình tách lỏng ;
- 5 - dàn bay hơi ;
- 6 - lỏng từ bình chứa tới ;
- 7 - đường hút về máy nén.

Phần hộp phao 38E còn có thể sử dụng riêng để lắp với EKS 61 và PHTQ để điều chỉnh mức lỏng cả phía cao áp (hình 11.5) và hạ áp (hình 11.6). EKS 61 : Bộ điều chỉnh nhiệt độ điện tử và PHTQ : Van tiết lưu điện tử của Danfoss.



Hình 11.5. Kết hợp hộp phao 38E với EKS61 và PHTQ để điều chỉnh mức lỏng phía cao áp :

- 1 - máy nén ; 2 - bình ngưng ;
- 3 - bình bay hơi ; 4 - bình tách lỏng.



Hình 11.6. Kết hợp hộp phao 38E với EKS 61 và PHTQ để điều chỉnh mức lỏng phía hạ áp :

- 1 - máy nén ; 2 - dàn bay hơi ;
- 3 - bình chứa ; 4 - bình bay hơi.

### 11.1.2. Role mức lỏng bảo vệ, báo động và điều chỉnh

Hình 11.7. Giới thiệu role mức lỏng bảo vệ, báo động và điều chỉnh RT 280A, RT 281A của Danfoss.

RT 280A và RT281A trước hết dùng để báo động và bảo vệ mức lỏng quá cao trong bình tách lỏng. Ngoài ra RT 280A và RT 281A còn có thể sử dụng để điều chỉnh mức lỏng cho các thiết bị mà độ chênh cho phép của cột lỏng lên tới  $\pm 40$  mm.

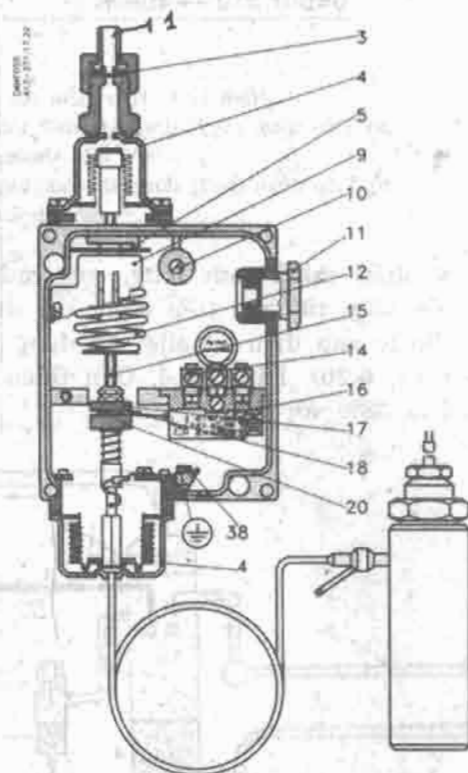
RT 280A và RT 281A có thể sử dụng bảo vệ mức lỏng không vượt quá giới hạn cho phép trong bình bay hơi kiểu ngập, bình chứa tuần hoàn hoặc bình tách lỏng các loại. Đóng vai trò dụng cụ điều chỉnh, chúng duy trì mức lỏng trung bình trong các bình trên.

Nhiệt độ làm việc đối với R22 và NH<sub>3</sub> từ  $-50^{\circ}\text{C} + 0^{\circ}\text{C}$  (RT 280A) và từ  $-30 + 20^{\circ}\text{C}$  (RT 281A). Hệ thống tiếp điểm kiểu (SPDT), tải tiếp điểm 3 + 10A điện xoay chiều 400V, điện tiêu thụ DC 13 : 12W, 220V ; Áp suất làm việc tối đa 22 bar, hệ nhiệt áp làm việc với nhiệt độ tối đa  $+80^{\circ}\text{C}$ . Bấu cảm nhiệt có điện trở 10W, 24V điện xoay chiều. Điện trở phải luôn được tiếp điện suốt trong quá trình làm việc.

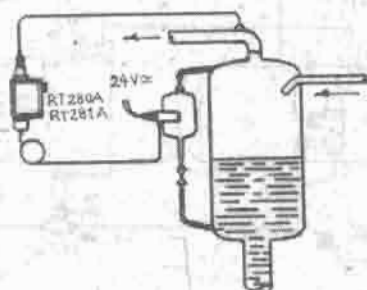
Nếu phần tử cảm nhiệt bị hư hỏng, máy nén sẽ dừng, việc cấp lỏng cũng sẽ bị dừng lại. Chỉ có thể khởi động, lại máy khi hỏng hóc đã được khắc phục.

Trường hợp đó xảy ra chỉ khi mất chất lỏng nạp trong bấu cảm do bấu hoặc ống mao dẫn bị xì hở hoặc do mất điện trong bấu cảm.

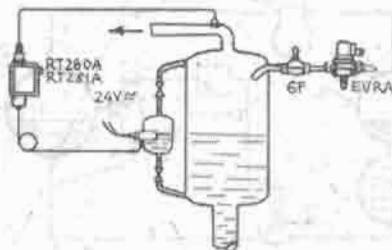
Sự thăng giáng nhiệt độ ở bấu cảm là tín hiệu chuyển đổi ra áp suất và làm tín hiệu đóng ngắt ON - OFF mạch điện.



Hình 11.7. Role mức lỏng bảo vệ, báo động và điều chỉnh RT 280A, RT 281A (Danfoss) : 1 - đầu nối áp suất ; 3 - đệm kín ; 4 - hộp xếp ; 5 - đĩa điều chỉnh ; 9 - thang chia ; 10 - vít nối mạch ; 11 - vít luồn dây điện vào ; 12 - lò xo ; 14 - vít nối dây ; 15 - trục ren ; 16 - tiếp điểm (17-4030) ; 17 - vòng lấy trên ; 18 - cần lật tiếp điểm ; 20 - vòng lấy dưới ; 38 - vít nối đất.



Hình 11.8. role mức lỏng RT 280/281A trong sơ đồ bảo vệ mức lỏng và báo động : Role ngắt máy nén và đóng mạch báo động.



Hình 11.9. Role mức lỏng RT 280/281A trong sơ đồ điều chỉnh mức lỏng. Role làm nhiệm vụ đóng ngắt van điện từ lắp trên đường cấp lỏng vào bình (điều chỉnh 2 vị trí).



Nguyên tắc điều chỉnh của dụng cụ là dựa trên sự trao đổi nhiệt khác nhau giữa bầu cảm với lỏng và giữa bầu cảm với hơi môi chất lạnh. Khi tiếp xúc với hơi, bầu cảm có nhiệt độ cao hơn hẳn so với khi tiếp xúc với lỏng.

**Chú ý:** nếu nhiệt độ sôi (và tương ứng với nó là áp suất sôi) lớn hơn phạm vi nhiệt độ điều chỉnh của rơle thì rơle phản ứng giống như trường hợp mức lỏng ở trong bình là quá cao so với bình thường.

Hình 11.8 giới thiệu cách lắp RT 280A/281A để bảo vệ và báo động. Hình 11.9 giới thiệu cách lắp khí sử dụng để điều chỉnh mức lỏng 2 vị trí.

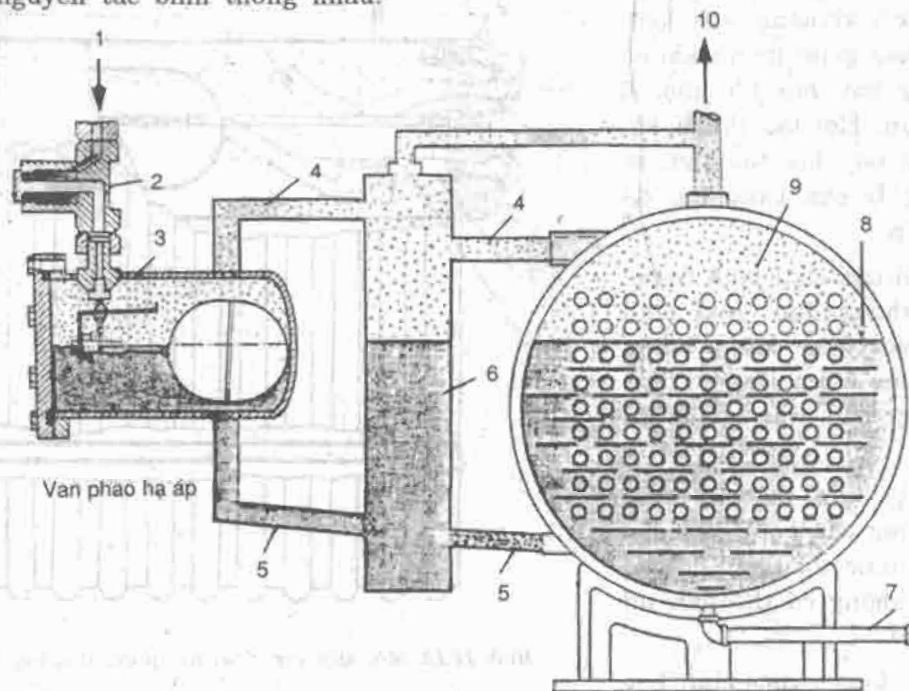
## 11.2. CÁC DỤNG CỤ ĐIỀU CHỈNH MỨC LIÊN TỤC

Các dụng cụ điều chỉnh mức liên tục thường sử dụng cho các thiết bị bay hơi (dàn hoặc bình) kiểu ngập lỏng, các bình trung gian của máy lạnh hai cấp, bình tách lỏng, bình chứa...

Theo phương pháp làm việc có thể chia làm dụng cụ điều chỉnh mức lỏng trực tiếp và gián tiếp (pilot). Theo áp suất làm việc có thể chia dụng cụ điều chỉnh mức lỏng áp suất thấp và áp suất cao. Theo kết cấu có thể chia làm kiểu cơ khí, tinh nhiệt hoặc điện tử. Sau đây ta đi sâu tìm hiểu một số dụng cụ điều chỉnh mức lỏng liên tục cụ thể.

### 11.2.1. Van phao điều chỉnh mức liên tục kiểu cơ khí, hạ áp

Hình 11.10 giới thiệu nguyên tắc cấu tạo và làm việc của van phao hạ áp điều chỉnh liên tục mức lỏng cho bình bay hơi kiểu ngập lỏng. Nguyên tắc làm việc của dụng cụ dựa trên nguyên tắc bình thông nhau.



Hình 11.10. Nguyên tắc cấu tạo và làm việc của van phao hạ áp điều chỉnh liên tục mức lỏng cho bình bay hơi kiểu ngập :

- |   |                            |
|---|----------------------------|
| 1 - lỏng từ bình chứa cao áp tới ;        | 6 - ống góp ;              |
| 2 - phin lọc ;                            | 7 - ống xả dầu ;           |
| 3 - van phao (mở khi với, đóng khi đầy) ; | 8 - mức lỏng ;             |
| 4 - đường cân bằng hơi ;                  | 9 - buồng hơi ;            |
| 5 - đường cân bằng lỏng ;                 | 10 - đường hơi về máy nén. |

Van phao mở khi mức lỏng hạ và đóng lại khi mức lỏng dâng cao quá mức cho phép. Ống góp 6 đóng vai trò ổn định mức lỏng của van phao vì mức lỏng trong bình bay hơi biến động mạnh và không xác định được rõ ràng do quá trình bay hơi, đặc biệt khi tải nhiệt của bình tăng.

Hình 11.11 và hình 11.12 giới thiệu các kiểu van phao dùng cho các dàn bay hơi nhỏ.

Hình 11.3. giới thiệu van phao SV(L) của Danfoss dùng cho các dàn bay hơi và bình bay hơi kiểu ngập nhỏ hạ áp mà độ dao động về chiều cao mức lỏng cho phép rất nhỏ.

Van mở khi mức lỏng hạ và đóng khi mức lỏng tăng.

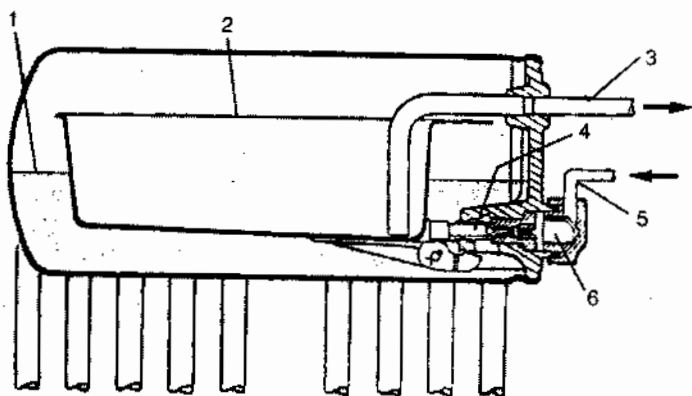
Đường lỏng vào với ống nối C cân được tính toán thiết kế sao cho tốc độ chất lỏng cũng như tổn thất áp suất là chấp nhận được. Điều đó đặc biệt quan trọng khi lỏng vào chỉ được quá lạnh ít hoặc hầu như không được quá lạnh, bởi vì năng suất lạnh của van phao giảm mạnh khi có hiện tượng bay hơi tức thời ở trước lỗ van. Hơi tạo thành khi tiết lưu và bay hơi tức thời sẽ qua đường D cân bằng hơi để về máy nén.

Đối với môi chất lạnh freon, khi lỏng không được quá lạnh hoặc ít được quá lạnh, lượng hơi này nhiều khi chiếm tới 50% lượng lỏng cấp vào thiết bị bay hơi.

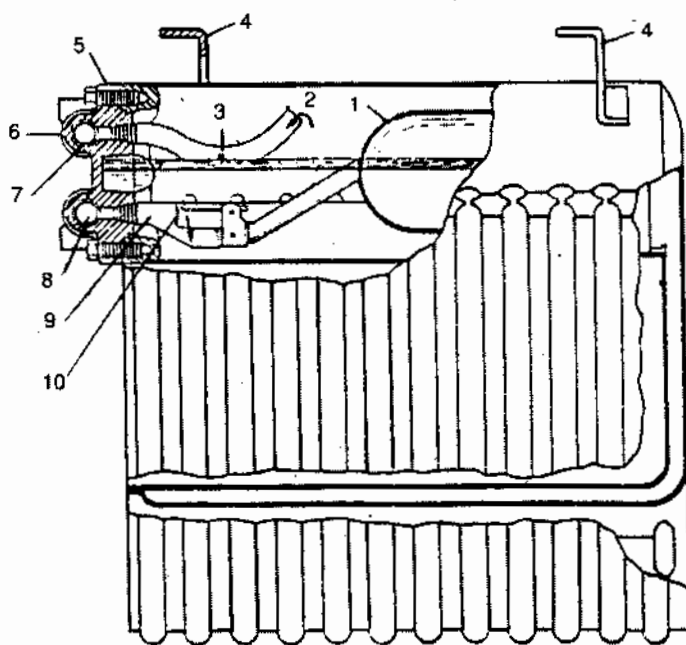
Bởi vậy, tổn thất áp suất trong các ống cân bằng này cần phải giữ ở mức tối thiểu có thể được, nếu không có thể dẫn tới các nguy cơ :

- Mức lỏng trong bình bay hơi thay đổi đến độ cao ngoài ý muốn khi tải dàn bay hơi thay đổi,

- Sự chênh lệch giữa mức lỏng trong bình và mức lỏng trong van phao SV sẽ quá lớn.

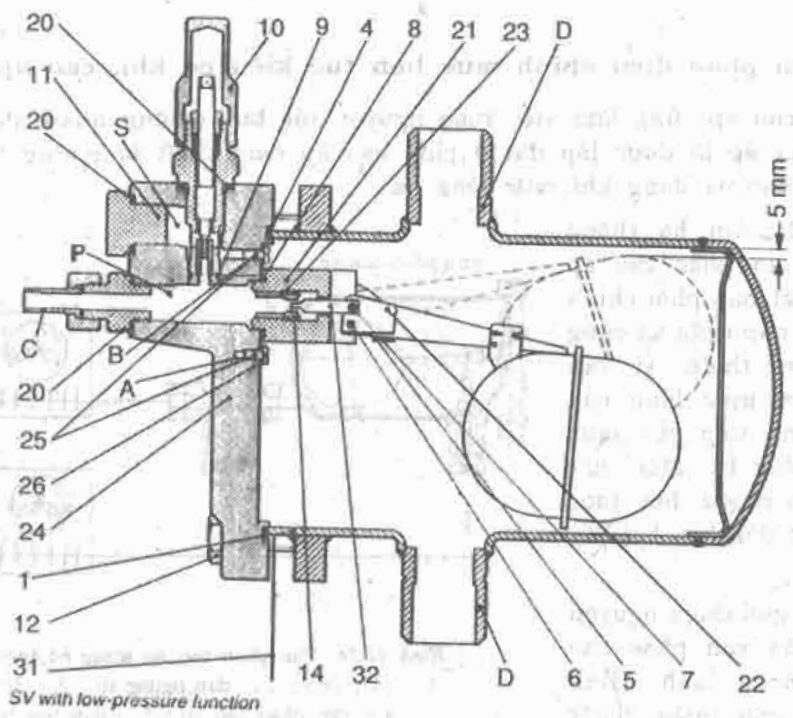


Hình 11.11. Van phao hạ áp của dàn bay hơi nhỏ :  
1 - mức lỏng ; 2 - phao ; 3 - ống hút ; 4 - kim van và đế van ;  
5 - ống lỏng vào ; 6 - chi tiết đệm.



Hình 11.12. Một kiểu van phao hạ áp của dàn bay hơi :

- 1 - phao ;
- 2 - ống hút ;
- 3 - lỗ hồi dầu ;
- 4 - móc treo ;
- 5 - phía trên dàn ;
- 6 - van hút ;
- 7 - mối nối ống hút ;
- 8 - ống nối đường cấp lỏng ;
- 9 - thân van ;
- 10 - kim và lỗ van.

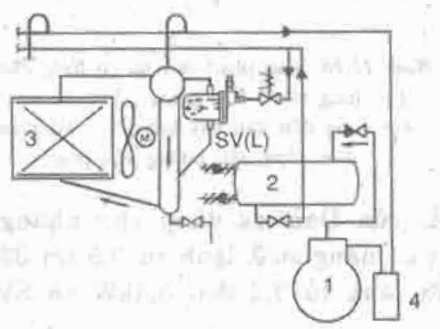


Hình 11.13. Van phao hạ áp SV(L) của Danfoss :

- |   |                   |   |
|---|-------------------|---|
| 1 - vỏ ;  | 14 - vòng chữ O ; | 31 - dấu nhãn ;                                 |
| 4 - đệm áp ;                                    | 20 - đệm kín ;    | 32 - kim van ;                                  |
| 5 - móc kẹp ;                                   | 21 - thân van ;   | C - ống nối ;                                   |
| 6,7 - chốt ; 8,9 - vòng chữ O ;                 | 22 - phao ;       | D - ống nối đường cân bằng ;                    |
| 10 - bộ điều chỉnh bằng tay, van tiết lưu tay ; | 23 - lỗ van ;     | P - ống nối song song với C ;                   |
| 11 - nút ;                                      | 24 - nắp ;        | S - ống nối nối tiếp với C (vít 25 ở vị trí B). |
| 12 - bulông nắp ;                               | 25 - vít ;        |   |
|   | 26 - đệm ;        |   |

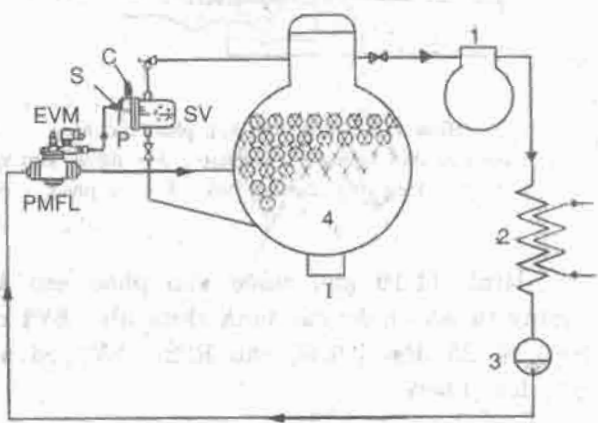
SV(L) có thể sử dụng trực tiếp (hình 11.14).

Đối với các bình bay hơi lớn có thể sử dụng như một van pilot với van PMFL và EVM (hình 11.15).



Hình 11.14. Bố trí SV(L) trực tiếp cho dàn bay hơi kiểu ngập:

- 1 - máy nén ; 2 - bình ngưng ;  
3 - dàn bay hơi ; 4 - bình tích lỏng.



Hình 11.15. Bố trí SV(L) gián tiếp cấp lỏng cho bình bay hơi kiểu ngập với van chủ PMFL và van điện tử pilot EVM :

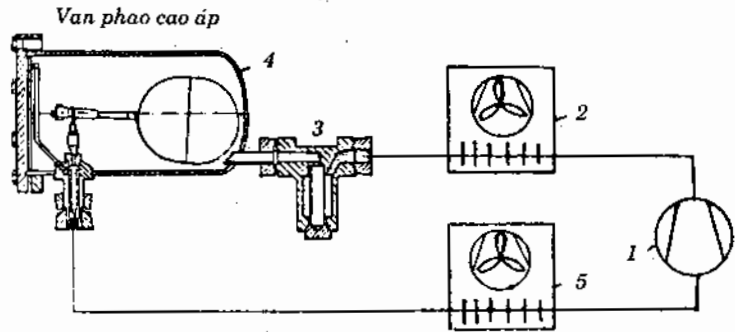
- 1 - máy nén ; 2 - dàn ngưng ;  
3 - bình chứa ; 4 - bình bay hơi.

### 11.2.2. Van phao điều chỉnh mức liên tục kiểu cơ khí, cao áp

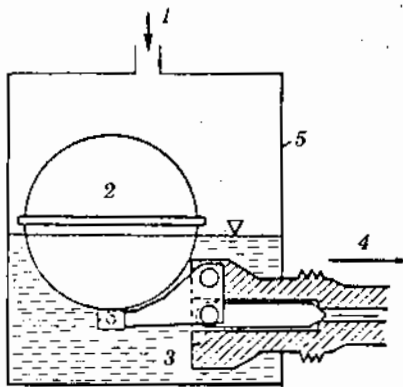
Van phao cao áp cũng làm việc theo nguyên tắc bình thông nhau nhưng ngược lại với van phao hạ áp là được lắp đặt ở phía cao áp (sau thiết bị ngưng tụ) và mở khi mức lỏng tăng cao và đóng khi mức lỏng hạ.

Yêu cầu đối với hệ thống lạnh sử dụng van phao cao áp là lượng môi chất nạp phải chính xác không được nạp thừa và cũng không được nạp thiếu, vì van phao điều chỉnh mức lỏng của dàn bay hơi gián tiếp qua mức lỏng ở dàn ngưng tụ. Môi chất ngưng được bao nhiêu đều được van phao xả vào dàn bay hơi bấy nhiêu.

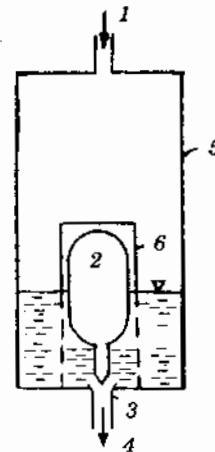
Hình 11.16 giới thiệu nguyên tắc làm việc của van phao cao áp trong hệ thống lạnh. Hình 11.17 và 11.18 giới thiệu 2 kết cấu khác của van phao cao áp.



Hình 11.16. Van phao cao áp trong hệ thống lạnh :  
1 - máy nén ; 2 - dàn ngưng tụ ; 3 - fin lọc ;  
4 - van phao cao áp ; 5 - dàn bay hơi.



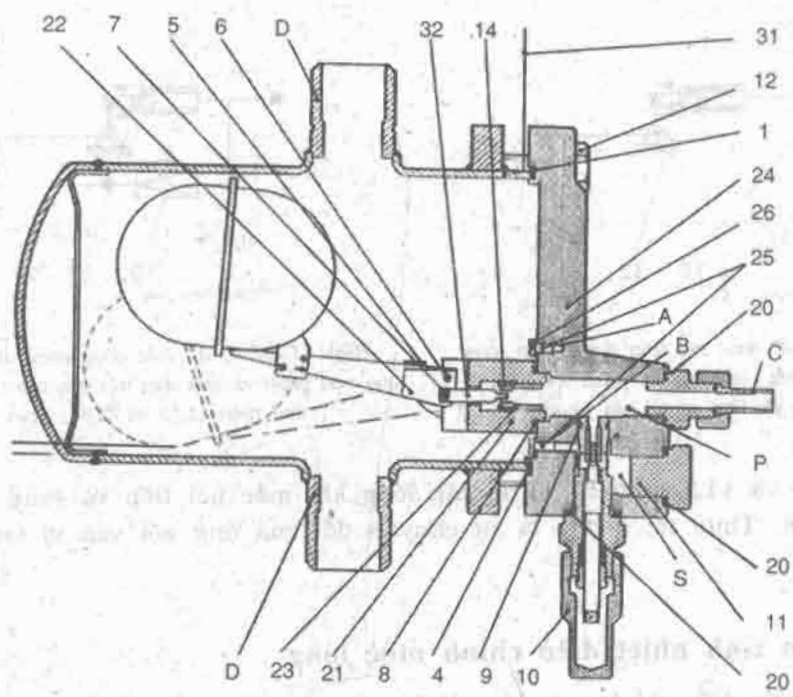
Hình 11.17. Một loại van phao cao áp :  
1 - lồng tử dàn ngưng ; 2 - phao ; 3 - đế và kim van ;  
4 - lồng đến dàn bay hơi ; 5 - vỏ phao.



Hình 11.18. Van phao cao áp có lồng phao :  
1 - lồng vào ; 2 - phao ; 3 - đế van ;  
4 - lồng đến dàn bay hơi ; 5 - vỏ phao ;  
6 - lồng dẫn hướng của phao.

Hình 11.19 giới thiệu van phao cao áp SV(H) của Danfoss dùng cho những dàn ngưng tụ nhỏ hoặc các bình chứa nhỏ. SV1 cho NH<sub>3</sub> có năng suất lạnh từ 9,5 tới 33 kW, SV3 từ 25 đến 79kW, cho R22 : SV1 có năng suất lạnh từ 2,2 đến 5,4kW và SV3 từ 5,6 đến 14kW.

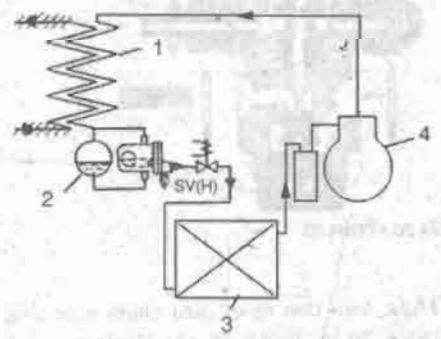
Như đã nêu, ở những hệ thống lạnh sử dụng môi chất freon, nếu độ quá lạnh lỏng quá thấp sẽ dẫn tới sự hóa hơi tức thì lớn sau cửa thoát của van phao vì vậy cần thiết kế đường dẫn lỏng từ van phao đến bình bay hơi đủ lớn để tổn thất áp suất không quá cao, làm giảm áp suất của van phao cao áp SV(H).



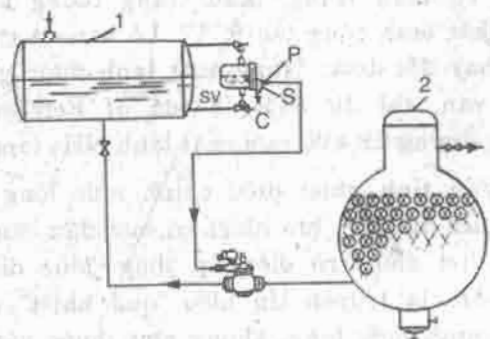
Hình 11.19. Van phao cao áp SV(H) của Danfoss sử dụng cho các dàn ngưng tụ và bình chứa nhỏ;

- |  |                  |   |
|--|------------------|---|
| 1 - vỏ;  | 14 - vòng chữ O; | 31 - dấu nhân;                                  |
| 4 - đệm áp;                                    | 20 - đệm kín;    | 32 - kim van;                                   |
| 5 - móc kẹp;                                   | 21 - thân van;   | C - ống nối;                                    |
| 6,7 - chốt; 8,9 - vòng chữ O;                  | 22 - phao;       | D - ống nối đường cân bằng;                     |
| 10 - bộ điều chỉnh bằng tay, van tiết lưu tay; | 23 - lỗ van;     | P - ống nối song song với C;                    |
| 11 - nút;                                      | 24 - nắp;        | S - ống nối nối tiếp với C (vít 25 ở vị trí B). |
| 12 - bulông nắp;                               | 25 - vít;        |   |
|  | 26 - đệm;        |   |

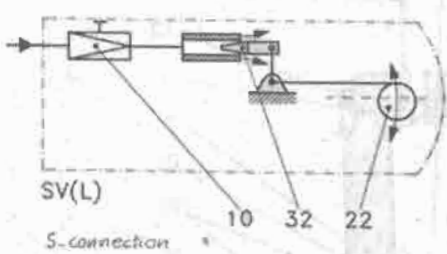
Hình 11.20 và 11.21 giới thiệu ứng dụng của SV(H) trực tiếp và gián tiếp trong hệ thống lạnh để điều chỉnh mức lỏng trong dàn ngưng tụ cũng như bình chứa.



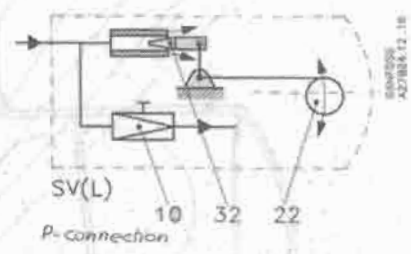
Hình 11.20. Van phao SV(H) trực tiếp điều chỉnh mức lỏng :  
1 - dàn ngưng tụ ; 2 - bình chứa ;  
3 - dàn bay hơi ; 4 - máy nén.



Hình 11.21. Van phao SV(H) gián tiếp điều chỉnh mức lỏng với PMFH và EVM :  
1 - bình chứa ; 2 - bình bay hơi.



Hình 11.22. Sơ đồ mắc nối tiếp đường cấp lỏng từ van tiết tay đến van phao SV (vít 25 như hình vẽ, thay vị trí nút 11 và ống C).



Hình 11.23. Sơ đồ mắc song song đường cấp lỏng qua van phao và qua van tiết lưu tay (nút 11 và ống C như hình 11.13 và 11.9 ; tháo vít 25).

Hình 11.22 và 11.23 mô tả sơ đồ cấp lỏng khí mắc nối tiếp và song song với van tiết lưu tay (10). Thực tế, ở đây là sự chuyển đổi của ống nối vào vị trí nút (11) và ngược lại.

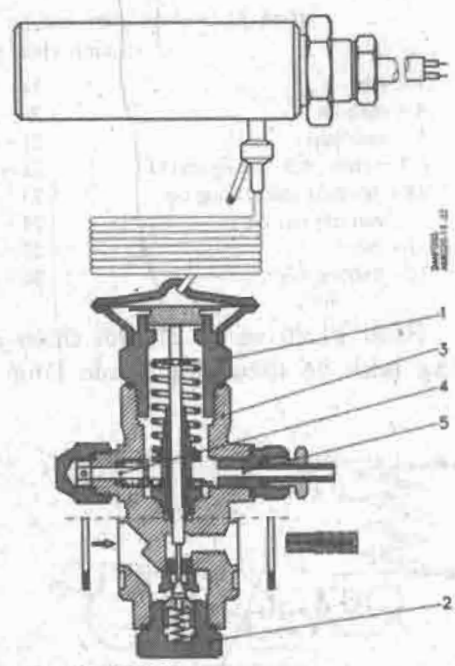
### 11.2.3. Van tĩnh nhiệt điều chỉnh mức lỏng

Van tĩnh nhiệt điều chỉnh mức lỏng là loại van cấp lỏng nhờ hơi hút và có thể điều chỉnh mức lỏng liên tục có thể dùng cho dàn hoặc bình bay hơi kiểu ngập lỏng, bình trung gian của máy lạnh 2 cấp và bình tách lỏng.

Hình 11.24 giới thiệu cấu tạo của van tĩnh nhiệt điều chỉnh mức lỏng ký hiệu TEVA của Danfoss.

Van TEVA dùng cho môi chất amoniác và R22, nhiệt độ môi chất lạnh lỏng  $-50 \div 10^{\circ}\text{C}$ , ống cap (capillary) hay ống mao dài tối đa 5 m, áp suất làm việc tối đa MOP = 19 bar, áp suất thử 28,5 bar, điện áp của đầu cảm 24 Vac, công suất 10W, chiều dài dây điện 1,5 m. Phần tử cảm nhiệt có màu trắng. Màu trắng tương ứng với môi chất lạnh công tác R717. Lỗ van có thể tháo lắp thay đổi được. Năng suất lạnh được ghi trên mác van, thí dụ 8TR (8 ton of Refrigeration) tương đương 28 kW, môi chất lạnh NH<sub>3</sub> (amoniác).

Van tĩnh nhiệt điều chỉnh mức lỏng TEVA gồm một van tiết lưu nhiệt có một đầu cảm nhiệt có bố trí điện trở điện áp thấp. Mục đích của đầu cảm là truyền tín hiệu "quá nhiệt" về van điều chỉnh mức lỏng, không phụ thuộc vào nhiệt độ bay hơi. Một ống định vị ban đầu cảm nhiệt đặc biệt đi kèm với van để có thể hàn vào thân bình bay hơi hoặc bình chứa đúng vị trí cần duy trì mức lỏng (hình 11.25).

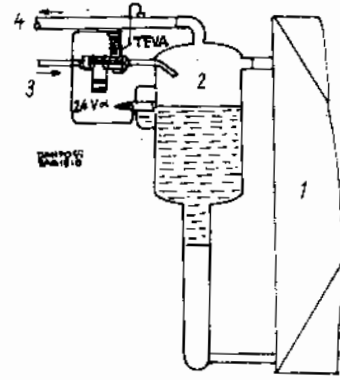


Hình 11.24. Van tĩnh nhiệt điều chỉnh mức lỏng TEVA 20 và TEVA 85 của Danfoss :  
 1 - phần tử tĩnh nhiệt (màng đàn hồi) ;  
 2 - cụm lỗ van ;  
 3 - thân van ;  
 4 - vít điều chỉnh (đặt) ;  
 5 - ống nối đường cân bằng áp suất ngoài.

Khi mức lỏng nằm dưới, nhiệt sinh ra ở bầu cảm làm tăng nhiệt độ bầu vì sự truyền nhiệt ra thể hơi môi chất lạnh kém, van mở để cấp lỏng cho dàn.

Khi mức lỏng đạt tới thân bầu cảm nhiệt, nhiệt độ giảm vì nhiệt truyền dễ dàng cho lỏng, van khép lại đóng cửa thoát, ngừng cấp lỏng cho dàn bay hơi.

Khi mức lỏng hạ xuống, bầu cảm lại nóng lên và quá trình đóng mở van lặp lại quá trình như đã mô tả.



**Hình 11.25.** Bố trí van TEVA vào dàn bay hơi :  
1 - dàn bay hơi ; 2 - bình tách lỏng ;  
3 - lỏng vào ; 4 - hơi về máy nén.

## CHƯƠNG 12

# SƠ ĐỒ TỰ ĐỘNG HỆ THỐNG LẠNH

### 12.1. ĐẠI CƯƠNG

Sơ đồ tự động hệ thống lạnh là sơ đồ hệ thống lạnh có ghi chú toàn bộ các dụng cụ thiết bị tự động cần thiết đã thiết kế chỉ định cho hệ thống lạnh. Như vậy muốn có sơ đồ tự động hệ thống lạnh trước hết phải có sơ đồ hệ thống lạnh với các quy ước về các ký hiệu bản vẽ.

Nói chung hiện nay ở Việt Nam chưa có tiêu chuẩn quy ước về các ký hiệu bản vẽ cũng như ký hiệu công thức cho kỹ thuật lạnh. Các giáo trình về kỹ thuật cũng chưa có sự thống nhất. Một số dùng theo các quy ước tiêu chuẩn Liên Xô cũ, một số theo DIN của Đức hoặc của Mỹ, Anh, Pháp...

Trong khi chưa xây dựng được một tiêu chuẩn Việt Nam về lĩnh vực này, sau khi tham khảo DIN của Đức, ASHRAE Mỹ và GOST của Nga cũng như các tài liệu tiếng Việt, chúng tôi đề xuất các ký hiệu bản vẽ để cùng tham khảo ứng dụng. Các ký hiệu này chủ yếu dựa theo DIN 8972, DIN 19227, DIN 28004 và DIN 8941 của CHLB Đức, tuy nhiên có một số chữ viết tắt theo tiếng Đức, chúng tôi đổi sang tiếng Anh hoặc tiếng Việt cho phù hợp. Nội dung chủ yếu của các tiêu chuẩn gồm :

- Sơ đồ công nghệ của hệ thống lạnh, quy cách vẽ và ký hiệu hình hoạ.
- Ký hiệu và chữ cái ký hiệu dùng trong đo đạc, điều khiển, điều chỉnh trong kỹ thuật lạnh và kỹ thuật quá trình ; các ký hiệu biểu diễn chức năng...
- Sơ đồ dòng trong kỹ thuật quá trình.
- Ký hiệu công thức, đơn vị và ký hiệu chân, ký hiệu đầu trong kỹ thuật lạnh.

Sơ đồ hệ thống lạnh cũng được chia làm 2 loại chủ yếu là :

- Sơ đồ quá trình hay còn gọi là sơ đồ công nghệ, tương ứng tiếng Anh, Pháp, Nga là process flow sheet ; Schéma de procédé ; Технологическая схема.
- Sơ đồ đường ống và dụng cụ hay sơ đồ P+I tương ứng tiếng Anh, Pháp, Nga là piping - instrument flow sheet (P+I diagram) ; Schéma P+I ; Схема трубопроводов и приборов КИП.

1) Các sơ đồ quá trình phải cung cấp các thông tin cơ bản và thông tin phụ kèm theo. Các thông tin cơ bản có thể bao gồm:

- Toàn bộ các máy và thiết bị cần thiết cho quá trình công nghệ và các đường ống nối chính nối giữa các thiết bị biểu diễn quá trình công nghệ.
- Ký hiệu chất vào và ra (ví dụ : sản phẩm lạnh), ghi chú về lưu lượng cũng như số lượng.



- Ghi chú về môi chất lạnh và chất tải lạnh.
- Ghi chú về các điều kiện cũng như đặc tính vận hành các thông tin phụ (có thể được thỏa thuận giữa bên chủ đầu tư và bên nhận thầu) bao gồm :
  - Đặt tên và ký hiệu cho các chất trong quy trình công nghệ, các ghi chú về lưu lượng cũng như khối lượng.
  - Các loại dụng cụ chủ yếu.
  - Các yêu cầu về đo đếm, đo đạc, điều khiển, điều chỉnh, an toàn, bảo vệ.
  - Các điều kiện vận hành phụ.
  - Các số liệu cơ bản cũng như thông số kỹ thuật của mạng thiết bị, có thể cho trong bảng riêng kèm theo.

2) Các sơ đồ đường ống và dụng cụ (sơ đồ P+I) cũng phải cung cấp các thông tin cơ bản và thông tin phụ cũng như mô tả được toàn bộ trang thiết bị công trình.

Các thông tin cơ bản bao gồm :

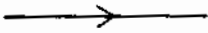
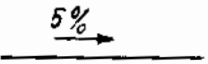
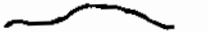
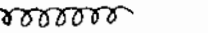
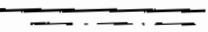



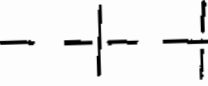
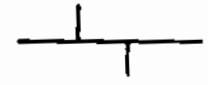
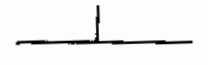
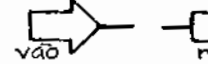
- Toàn bộ máy và thiết bị kể cả các máy truyền động các đường ống dẫn cũng như các đường vận chuyển, các dụng cụ và thiết bị an toàn.
- Kích thước danh nghĩa đường ống hoặc đường kính và chiều dài thành ống.
- Biểu diễn cách nhiệt của thiết bị, đường ống và máy.
- Nêu lên các yêu cầu về đo đạc, điều khiển, điều chỉnh và an toàn.
- Đưa ra các đại lượng và chỉ tiêu kỹ thuật của máy, thiết bị, nếu cần thống kê trong một bảng riêng biệt.

Các thông tin phụ (có thể được thỏa thuận giữa chủ đầu tư và nhà thầu) bao gồm :

- Ghi chú môi chất lạnh và chất tải lạnh. Đưa ra lưu lượng cũng như khối lượng.
- Các dụng cụ quan trọng của hệ thống đo đạc, điều khiển, điều chỉnh và an toàn.
- Các ghi chú, hướng dẫn về lắp đặt đường ống, thiết bị, dụng cụ, máy móc và cách nhiệt, nếu cần phải thống kê trong một bản danh sách riêng.

## 12.2. MỘT SỐ KÝ HIỆU CHUNG




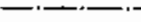

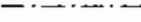

BẢNG 12.1. Một số ký hiệu chung

TT	Tên gọi	Ký hiệu	Độ đậm nét vẽ, mm
1	Dòng chảy hoặc đường ống có biểu diễn hướng dòng		mũi tên 0,5 <sup>1)</sup>
2	Đường ống nghiêng		1)
3	Đường ống di động		1)
4	Ống mao dẫn		1)
5	Đường ống có làm lạnh hoặc sưởi ấm		1)2)
6	Đường ống bọc cách nhiệt <sup>4)</sup>		1)3)
7	Đường ống xung - quá trình		0,25
8	Đường ống tác động nói chung		0,25
9	Đường ống cắt nhau không nối		1)
10	Đường ống nối		1)
11	Đường chẽ nhánh		1)
12	Mũi tên vào và ra		0,5

1) Độ đậm nét theo hình 12.2. tùy theo chất lỏng chảy trong ống  
 2) Đường chấm gạch 0,25mm  
 3) Đường gạch chéo 0,25mm  
 4) Không có ký hiệu giới hạn khoảng cách nhiệt

### 12.3. KÝ HIỆU ĐƯỜNG ỐNG THEO CHẤT LỎNG CHẢY TRONG ỐNG

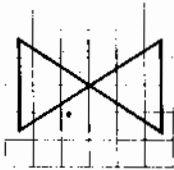


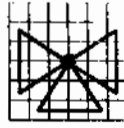
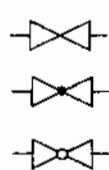
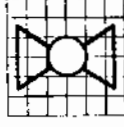
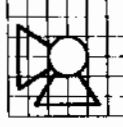
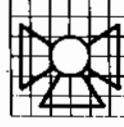
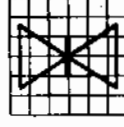

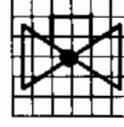

BẢNG 12.2. Ký hiệu và độ đậm nét vẽ đường ống và dòng chảy đối với các chất lỏng khác nhau chảy trong ống

TT	Tên gọi	Ký hiệu	Độ đậm nét vẽ, mm
1	Môi chất lạnh, vòng tuần hoàn chính		1,0
2	Môi chất lạnh, vòng tuần hoàn phụ		0,5
3	Dung dịch		1,0
4	Chất tải lạnh		0,5
5	Nước làm mát		0,5
6	Các chất khác, ví dụ dầu bôi trơn		0,25
7	Chất làm lạnh (sản phẩm)		2x0,25

### 12.4 CÁC KÍ HIỆU KHÁC

Kích thước lưới ứng dụng là tùy ý. Từ hình 12.1 đến 12.6 nên áp dụng lưới 1,2mm tương ứng chiều dài 6mm. Các hình còn lại có thể áp dụng mắt lưới lớn hơn, đến 5mm tùy theo cỡ lớn nhỏ của sơ đồ thực tế.

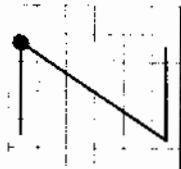
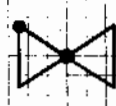

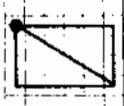
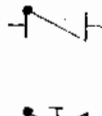

12.4.1. Các loại van chặn (hình 12.1)

Ký hiệu cơ bản	Ký hiệu phụ			Ví dụ, ghi chú
 <p>Van chặn, van khoá nói chung</p>	 <p>Van chặn thẳng dòng</p>	 <p>Van chặn góc</p>	 <p>Van chặn ba ngã</p>	
	 <p>Vòi chặn thẳng dòng</p>	 <p>Vòi chặn góc</p>	 <p>Vòi chặn ba ngã</p>	
	 <p>Van chặn kiểu tắc</p>	 <p>Clapê chặn</p>	 <p>Van chặn thẳng dòng kiểu không chặn được khi vận hành</p>	
	 <p>Van chặn góc kiểu không chặn được khi vận hành</p>			

(ví dụ ứng dụng lưới 1,2mm tương ứng chiều dài 6mm)

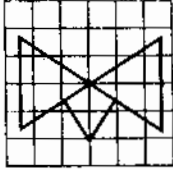
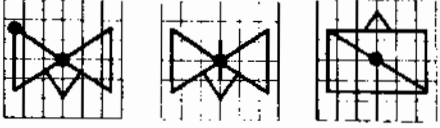
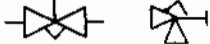
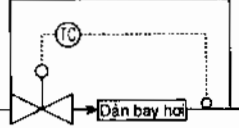
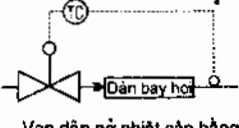
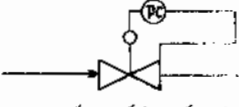
Hình 12.1. Các loại van chặn.

12.4.2. Các loại van một chiều

Ký hiệu cơ bản	Ký hiệu phụ			Ví dụ, ghi chú
 <p>Van một chiều nói chung</p>	 <p>Van một chiều thẳng dòng</p>	 <p>Van một chiều góc</p>	 <p>Clapê một chiều</p>	<p>Đầu chấm luôn nằm ở phía chất lỏng vào</p> 
				<p>Van một chiều có thể khoá lại được</p> <p>Đặc biệt</p>  <p>Van điều chỉnh (thí dụ) van một chiều điều chỉnh theo lực lò xo</p>

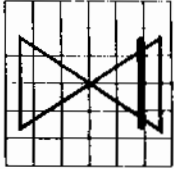
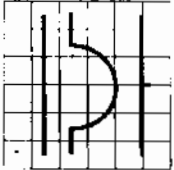
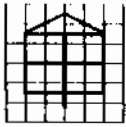
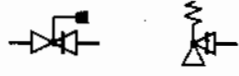

Hình 12.2. Các loại van một chiều.

### 12.4.3. Các loại van điều chỉnh liên tục

Ký hiệu cơ bản	Ký hiệu phụ	Ví dụ, ghi chú
 <p data-bbox="189 583 318 657">Van có khả năng điều chỉnh liên tục nói chung</p>	 <p data-bbox="482 541 575 636">Van điều chỉnh liên tục thẳng đóng</p> <p data-bbox="632 541 725 636">Van điều chỉnh liên tục dạng tấm dầy</p> <p data-bbox="789 541 882 615">Clapê điều chỉnh liên tục</p>	<p data-bbox="989 394 1203 426">Van điều chỉnh bằng tay</p>  <p data-bbox="1003 478 1203 510">Kiểu thẳng    Kiểu góc</p> <p data-bbox="996 520 1218 573">Van tự động tự tác động không cần năng lượng phụ</p>  <p data-bbox="996 751 1218 804">Van dẫn nở nhiệt cân bằng ngoài (van tiết lưu nhiệt)</p>  <p data-bbox="1003 961 1218 1014">Van dẫn nở nhiệt cân bằng trong</p>  <p data-bbox="1003 1161 1260 1213">Van khống chế áp suất không đổi có bộ phận điều chỉnh áp suất</p>

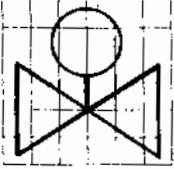
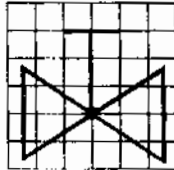
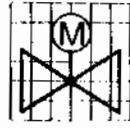

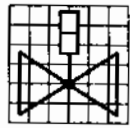
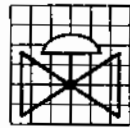
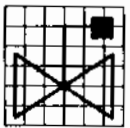
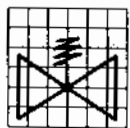
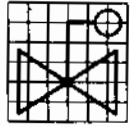
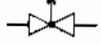


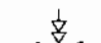
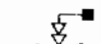
Hình 12.3. Van điều chỉnh liên tục.

### 12.4.4. Các dụng cụ có chức năng an toàn (xem hình 12.4)

Ký hiệu cơ bản	Ký hiệu phụ	Ví dụ, ghi chú
 <p data-bbox="187 1621 329 1673">Van có chức năng an toàn nói chung</p>  <p data-bbox="215 1883 287 1936">Tấm toé màng toé</p>	 <p data-bbox="626 1589 736 1642">Tấm an toàn chặn lửa</p>	<p data-bbox="993 1453 1229 1526">Đường gạch đậm (hình trên) và bán cầu (hình dưới) nằm ở phía ra cửa van</p>  <p data-bbox="986 1642 1108 1694">Van an toàn dùng trọng lực    Van an toàn dùng lò xo</p> 

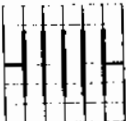
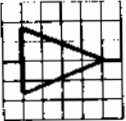
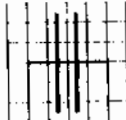




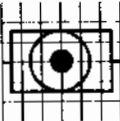

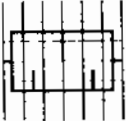
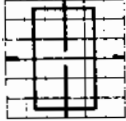


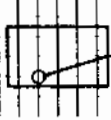
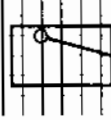




Hình 12.4. Các van an toàn, dụng cụ an toàn.

12.4.5. Các dạng truyền động của van

Ký hiệu cơ bản	Ký hiệu phụ	Ví dụ, ghi chú
 <p>Truyền động bằng năng lượng phụ nói chung</p>   <p>Van điều chỉnh bằng tay (Truyền động bằng tay)</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="464 514 592 640">  <p>Truyền động bằng mô tơ</p> </div> <div data-bbox="621 514 749 640">  <p>Truyền động bằng điện tử</p> </div> <div data-bbox="778 514 906 640">  <p>Truyền động bằng pittông</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div data-bbox="464 724 592 850">  <p>Truyền động màng</p> </div> <div data-bbox="621 724 749 850">  <p>Truyền động bằng áp lực chất công tác với dôi trọng</p> </div> <div data-bbox="778 724 906 850">  <p>Truyền động bằng áp lực chất công tác với lò xo</p> </div> </div> <div style="margin-top: 10px;">  <p>Truyền động phao</p> </div>	<p>Khi không có truyền động</p>  <p>mở (Thường mở - NO - Normal open)</p>  <p>đóng (Thường đóng - NC - Normal closed)</p>  <p>kết (tại vị trí vận hành)</p> <p>khi truyền động</p>  <p>đóng nhanh</p>  <p>đóng nhanh có tải trọng (thí dụ: van đầu đóng nhanh)</p>

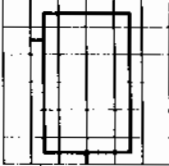

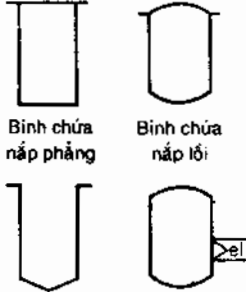
Hình 12.5. Các dạng truyền động của van.

### 12.4.6. Các chi tiết đường ống

Ký hiệu cơ bản	Ký hiệu phụ	Ví dụ, ghi chú
	 <p>Bộ bù dàn nở đường ống</p>  <p>Bộ thu đồng tâm</p>	
	 <p>Nồi bích nối chung</p>  <p>Phểu xả</p>  <p>Xả khí</p>	 <p>Van nối bích</p>
	 <p>Mắt kính</p>  <p>Mắt kính (mắt gas có chỉ thị 5)</p>	 <p>Mắt ga có chỉ thị độ ẩm</p>
	 <p>Bộ tiêu âm</p>  <p>Tấm tiết lưu</p>	 <p>Tấm tiết lưu</p>
	 <p>(Van cóc) xả nước ngưng</p>  <p>(Van) phao điều chỉnh mức hạ áp</p>  <p>(Van) phao điều chỉnh mức cao áp</p>	 <p>Van phao điều chỉnh mức hạ áp mở khi mức lỏng giảm</p>  <p>Van phao điều chỉnh mức cao áp mở khi mức lỏng tăng</p>  <p>Van phao lắp trong bể mở khi mức lỏng giảm</p>  <p>Van phao lắp trong bể mở khi mức lỏng tăng</p>

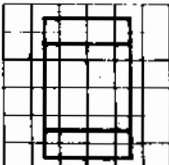
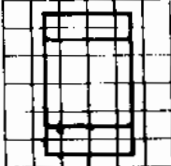
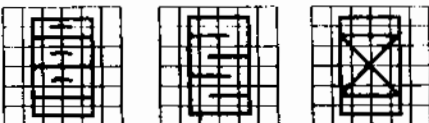
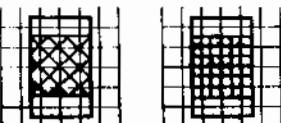
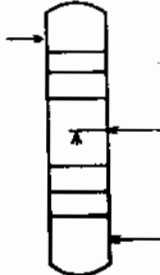
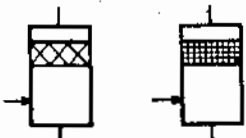
Hình 12.6. Các chi tiết đường ống.

12.4.7. Các bình chứa

Ký hiệu cơ bản	Ký hiệu phụ	Ví dụ, ghi chú
 <p data-bbox="225 527 311 575">Bình chứa nói chung</p>	 <p data-bbox="486 478 572 527">Bình chứa đáy lỗ</p> <p data-bbox="644 478 729 527">Bình chứa hình cầu</p> <p data-bbox="786 478 872 499">Chai gas</p>	 <p data-bbox="996 457 1086 506">Bình chứa nắp phẳng</p> <p data-bbox="1129 457 1219 506">Bình chứa nắp lồi</p> <p data-bbox="972 646 1086 716">Bình chứa hồ đáy nón (đáy côn)</p> <p data-bbox="1115 646 1248 716">Bình chứa có điện trở đốt nóng bên ngoài</p>

Hình 12.7. Các bình chứa (B).

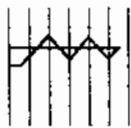
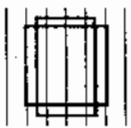
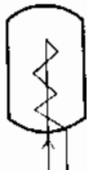
12.4.8. Các bình tháp có nội thiết (B) (có thiết bị gá lắp bên trong)

Ký hiệu cơ bản	Ký hiệu phụ	Ví dụ, ghi chú
 <p data-bbox="225 1178 315 1247">Bình có nội thiết, tháp nói chung</p>  <p data-bbox="189 1493 344 1562">Bình có đĩa trao đổi nói chung, tháp đĩa nói chung</p>	 <p data-bbox="458 1136 596 1205">Bình có đĩa chóp tròn, tháp đĩa chóp tròn</p> <p data-bbox="615 1136 753 1184">Bình có đĩa bậc, tháp đĩa bậc</p> <p data-bbox="772 1157 862 1184">Bình có giường trái</p>  <p data-bbox="486 1619 625 1709">Bình có dàn tưới không sắp xếp đều đặn, tháp có khối đệm</p> <p data-bbox="658 1619 772 1688">Bình có dàn tưới sắp xếp đều đặn</p>	 <p data-bbox="1043 1423 1200 1493">Tháp tinh cất NH<sub>3</sub> có đĩa đoạn luyện và đoạn chưng</p>  <p data-bbox="986 1703 1110 1772">Không sắp xếp đều đặn (ví dụ tấm lưới gấp)</p> <p data-bbox="1143 1703 1268 1772">Có sắp xếp đều đặn (ví dụ các tấm đối)</p>

Hình 12.8. Các bình tháp có nội thiết (B).

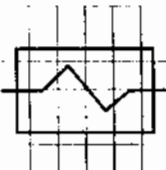
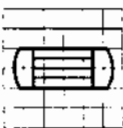
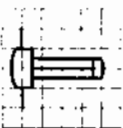
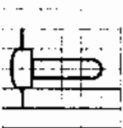
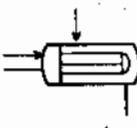
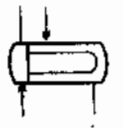

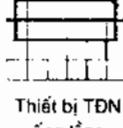
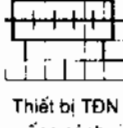
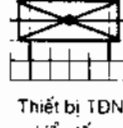
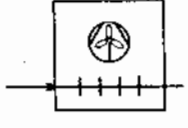
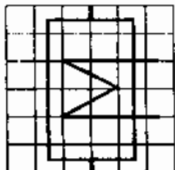
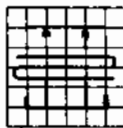

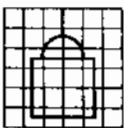
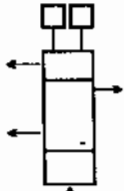
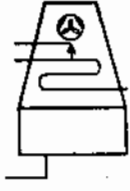


### 12.4.9. Trang bị để gia nhiệt và gia lạnh

Ký hiệu cơ bản	Ký hiệu phụ	Ví dụ, ghi chú
	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Ống xoắn gá lắp vào trong bình</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Bình hai vỏ</p> </div> </div>	<div style="text-align: center;">  <p>Bình có ống xoắn gá lắp phía trong</p> </div>

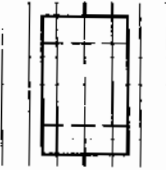
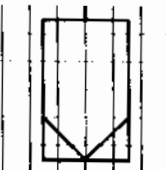
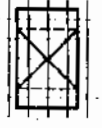

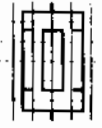
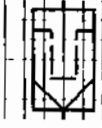



Hình 12.9. Trang bị gia nhiệt và gia lạnh

### 12.4.10. Thiết bị trao đổi nhiệt (W), nồi hơi (D)

Ký hiệu cơ bản	Ký hiệu phụ	Ví dụ, ghi chú
 <p>Thiết bị trao đổi nhiệt có dòng chảy cắt nhau 1)</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Bình TĐN ống vỏ mặt sàng có đỉnh</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Ống chùm có đầu tụ do</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Ống chùm ống hình chữ U</p> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Bình TĐN ống chùm có đầu tụ do</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Bình TĐN ống chùm, ống hình chữ U</p> </div> </div>
 <p>Thiết bị trao đổi nhiệt có dòng chảy không cắt nhau 1)</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Thiết bị TĐN ống lồng</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Thiết bị TĐN ống cánh</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Thiết bị TĐN kiểu tấm</p> </div> </div>	<div style="text-align: center;">  <p>Dàn quạt TĐN ống cánh với không khí</p> </div>
 <p>Thiết bị trao đổi nhiệt có dòng chảy không cắt nhau 1)</p> <p>Có thể sử dụng hình tròn thay hình chữ nhật</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Dàn làm mát kiểu tưới</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Tháp giải nhiệt nổi chung</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Nồi hơi nổi chung</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">Mật lưới 5mm hoặc 3,5mm</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Thiết bị xả khí</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Tháp ngưng tụ kiểu quạt hút</p> </div> </div>

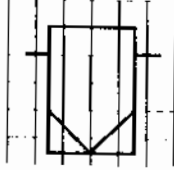
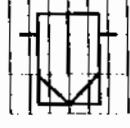
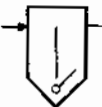
Hình 12.10. Thiết bị trao đổi nhiệt (W), nồi hơi (D).

**12.4.11. Phin lọc chất lỏng và chất khí (F)**

Ký hiệu cơ bản	Ký hiệu phụ	Ví dụ, ghi chú
 <p>Fin lọc chất lỏng nói chung</p>  <p>Fin lọc khí nói chung</p>	 <p>Fin lọc lõi cứng nói chung, Fin lọc lớp dòn, Fin sấy lọc</p>  <p>Fin lọc kiểu nén</p>  <p>Fin lọc than hoạt tính</p>  <p>Fin lọc kiểu nén</p>  <p>Fin lọc kiểu túi cho khí</p>	<p>Fin sấy lọc môi chất lạnh</p>  <p>Kiểu thẳng</p>  <p>Kiểu gói</p>

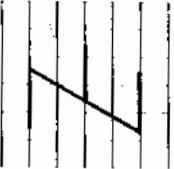

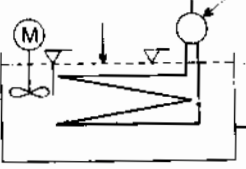
Hình 12.11. Phin lọc chất lỏng và chất khí (F).

**12.4.12. Bình tách, phân ly các loại (F)**

Ký hiệu cơ bản	Ký hiệu phụ	Ví dụ, ghi chú
 <p>Bình phân li nói chung</p>	 <p>Bình phân li kiểu tâm đôi</p>	 <p>Bình tách dầu có van phao mở khí mức dầu tầng</p>

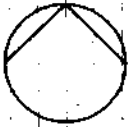








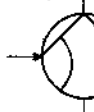

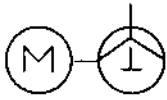
Hình 12.12. Bình tách, phân ly các loại (F).

**12.4.13. Máy khuấy (R)**

Ký hiệu cơ bản	Ký hiệu phụ	Ví dụ, ghi chú
 <p>Bộ khuấy nói chung</p>	 <p>Bộ khuấy (cánh khuấy) kiểu chân vịt</p> <p>mặt lưới: tùy trường hợp ứng dụng</p>	 <p>Bể làm lạnh glycol hoặc nước băng</p>

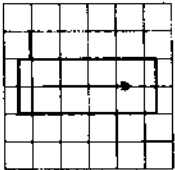
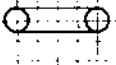
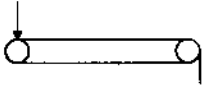
Hình 12.13. Máy khuấy (R).

### 12.4.14. Bơm lỏng (P)

Ký hiệu cơ bản	Ký hiệu phụ	Ví dụ, ghi chú
 <p>Bơm nói chung</p>	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Bơm li tâm</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Bơm bánh răng</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Bơm trục vít</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Bơm pittông</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Bơm màng</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Bơm phun</p> </div> </div>	<p>Mũi tên chỉ hướng bơm</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p>Bơm lỏng phun có mũi chất rắn đồng</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Bơm li tâm với mô-tô điện</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  <p>Bơm pittông với mô-tô điện</p> </div>

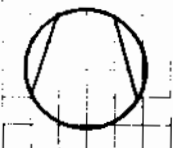

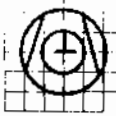
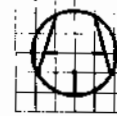


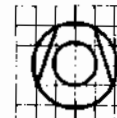

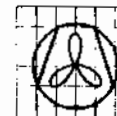
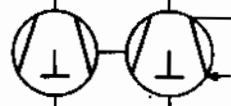
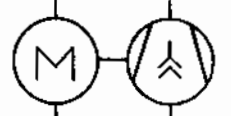
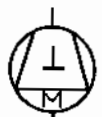
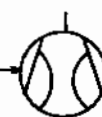
Hình 12.14. Bơm lỏng các loại (P).

### 12.4.15. Các loại băng tải, vít tải

Ký hiệu cơ bản	Ký hiệu phụ	Ví dụ, ghi chú
	 <p>(mặt lưới 5 mm)</p>	

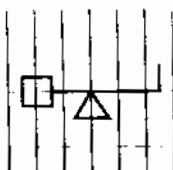
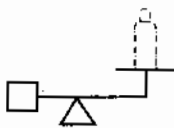
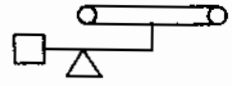
Hình 12.15. Băng tách, phân ly các loại (F).

12.4.16. Máy nén, bơm chân không, quạt (V)

Ký hiệu cơ bản	Ký hiệu phụ	Ví dụ, ghi chú
 <p>Máy nén, bơm chân không nói chung</p>	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 33%;">  <p>Máy nén pittông, bơm chân không pittông</p> </div> <div style="width: 33%;">  <p>Máy nén rôto lăn, bơm chân không rôto lăn</p> </div> <div style="width: 33%;">  <p>Máy nén rôto lam trượt, bơm chân không rôto lam trượt</p> </div> <div style="width: 33%;">  <p>Máy nén trục vít</p> </div> <div style="width: 33%;">  <p>Máy nén vòng nước, bơm chân không vòng nước</p> </div> <div style="width: 33%;">  <p>Máy nén turbin, bơm chân không turbin</p> </div> <div style="width: 33%;">  <p>Máy nén phun (ejector), bơm chân không phun</p> </div> <div style="width: 33%;">  <p>Quạt nói chung</p> </div> </div>	<p>Cửa hẹp chỉ hướng khí nén</p>  <p>Máy nén 2 cấp pittông có lam mát đầu máy nén</p>  <p>Máy nén trục vít với mô tơ điện</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="992 892 1092 1008">  <p>Máy nén pittông mô tơ làm mát bằng hơi hút</p> </div> <div data-bbox="1120 892 1220 1008">  <p>Máy nén phun (ejector), có hướng môi chất dẫn động</p> </div> </div>

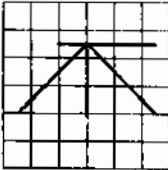
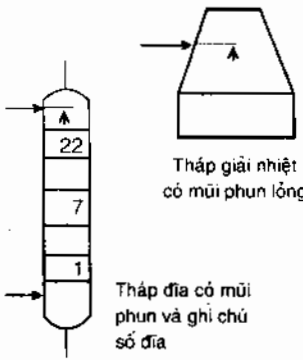
Hình 12.16. Máy nén, bơm chân không, quạt (V).

12.4.17. Cân các loại

Ký hiệu cơ bản	Ký hiệu phụ	Ví dụ, ghi chú
 <p>Cân nói chung</p>		 <p>Cân đĩa với chai gas</p>  <p>Cân bằng</p>

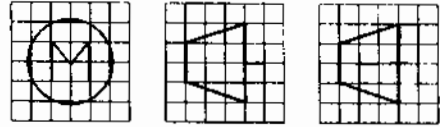

Hình 12.17. Cân các loại.

### 12.4.18. Bộ phun

Ký hiệu cơ bản	Ký hiệu phụ	Ví dụ, ghi chú
 <p>Bộ phun sương mũi phun lỏng nổi chung</p>		 <p>Tháp giải nhiệt có mũi phun lỏng</p> <p>Tháp đĩa có mũi phun và ghi chú số đĩa</p>

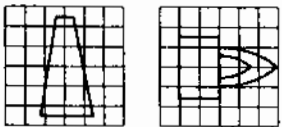
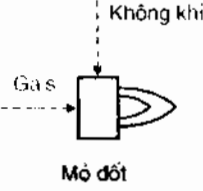
Hình 12.18. Bộ phun.

### 12.4.19. Máy động lực, truyền động, động cơ điện (M), turbin

Ký hiệu cơ bản	Ký hiệu phụ	Ví dụ, ghi chú
	 <p>Động cơ điện (mô tơ điện) nổi chung</p> <p>Máy truyền động cơ đàn nó môi chất, turbin</p> <p>Máy truyền động dùng pittông</p>	 <p>Động cơ điện một chiều</p> <p>Động cơ điện xoay chiều</p>

Hình 12.19. Máy động lực, truyền động, động cơ điện (M), turbin

### 12.4.20. Các ký hiệu khác

Ký hiệu cơ bản	Ký hiệu phụ	Ví dụ, ghi chú
	 <p>Ống k hơi nổi chung.</p> <p>Mô đốt</p>	 <p>Không khí</p> <p>Gas</p> <p>Mô đốt</p>

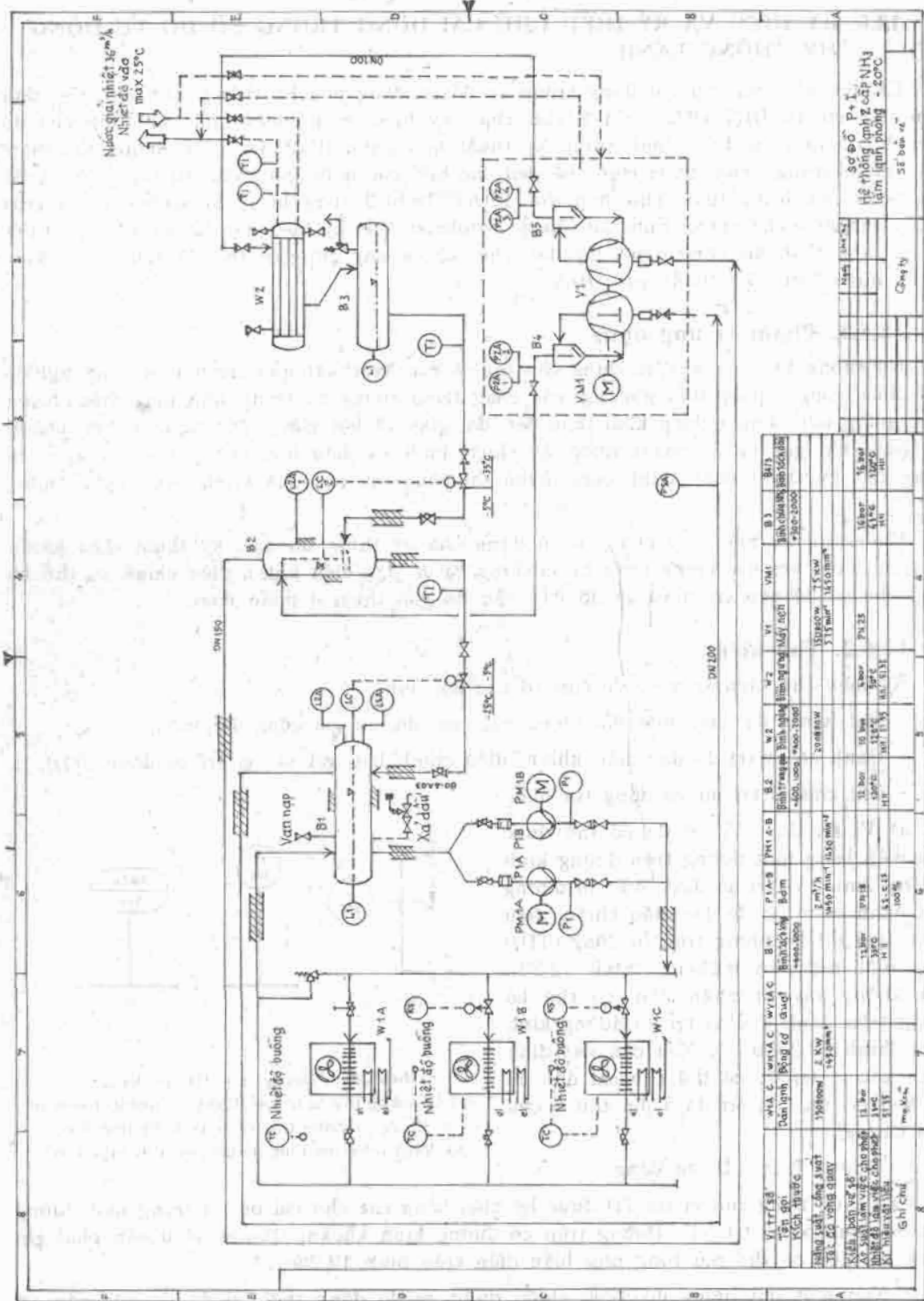
Hình 12.20. Các ký hiệu khác.

### 12.4.21. Các thí dụ minh họa

Thí dụ 1 : Sơ đồ quá trình với các thông tin chính và phụ

Thí dụ 2 : Sơ đồ P+I với các thông tin chính và phụ





VI	TR	Số	W1A-C	W1A-C	B1-C	PM1A-B	B2	W2	W1	VM1	B3	B4	VM2	B5
			Dàn lạnh	Bình sơ	Bình tích áp	Bình ngưng	Bình ngưng	Bình ngưng	Bình ngưng	Bình ngưng	Bình ngưng	Bình ngưng	Bình ngưng	Bình ngưng
			13.000kW	2 kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW
			13.000kW	2 kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW
			13.000kW	2 kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW
			13.000kW	2 kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW
			13.000kW	2 kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW
			13.000kW	2 kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW
			13.000kW	2 kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW
			13.000kW	2 kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW
			13.000kW	2 kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW	13.000kW

Hình 12.22. Thi dụ 2 : Sơ đồ P+I (đường ống và dụng cụ) với các thông tin chính và phụ.

## 12.5. KÝ HIỆU VÀ KÝ HIỆU CHỮ CÁI DÙNG TRONG SƠ ĐỒ TỰ ĐỘNG HỆ THỐNG LẠNH

Các ký hiệu và chữ cái dùng trong sơ đồ tự động hóa hệ thống lạnh chủ yếu dựa trên tiêu chuẩn DIN 19227 của CHLB Đức (ký hiệu và ký hiệu chữ cái dùng cho đo đạc, điều khiển và điều chỉnh trong kỹ thuật quá trình Blatt I). Tiêu chuẩn này được chấp nhận trong nhiều nước trên thế giới đặc biệt các quốc gia châu Âu trong kỹ thuật quá trình và hoàn toàn phù hợp với ISO/TC10/SC3 (Graphical Symbols for Process Measurement and Control Function, Basic Symbols). Các ký hiệu này là hết sức cần thiết để các nhà thiết kế, công nghệ, lắp đặt, chế tạo và ứng dụng có thể dễ dàng hiểu được ý của nhau trong kỹ thuật quá trình.

### 12.5.1. Phạm vi ứng dụng

Hệ thống ký hiệu này sử dụng cho tất cả các kỹ thuật quá trình như công nghiệp hóa chất, công nghiệp dầu khoáng, các công trình tương tự trong nhà máy điện, luyện kim, giếng mỏ, công nghiệp khai thác đất, đá, giấy và bột giấy, công nghiệp thực phẩm, kỹ thuật khí gas và kỹ thuật nước, kỹ thuật lạnh và điều hòa không khí, và ngay cả trong các kỹ thuật công trình công nghệ thi công với các quá trình công nghệ tương tự...

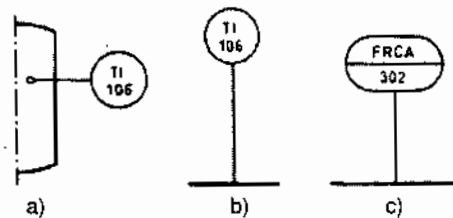
Hệ thống ký hiệu này chủ yếu sử dụng cho kỹ thuật đo đạc, kỹ thuật điều khiển và điều chỉnh với các trang thiết bị và dụng cụ đo đạc điều khiển điều chỉnh cụ thể bổ sung cho sơ đồ quá trình và sơ đồ P+I như đã giới thiệu ở phần trên.

### 12.5.2. Thể hiện

Ký hiệu thể hiện trên sơ đồ cần có các nội dung :

- Đại lượng đo hoặc một đại lượng vào nào đó, sự gia công đại lượng.
- Đánh số vị trí đo đạc điều khiển, điều chỉnh hay gọi tắt vị trí tự động (TĐ).
- Ghi chú vị trí đo và dòng tín hiệu.

a) Vị trí đo : Vị trí đo có thể được biểu diễn bằng một đường tròn đường kính khoảng 2mm. Vị trí đo được nối với đường tròn đánh số vị trí đo đạc điều khiển, điều chỉnh (gọi tắt là đường tròn tự động (TĐ)) bằng một nét liền 0,25mm (hình 12.23). Nếu không xảy ra nhầm lẫn, có thể bỏ đường tròn đánh dấu vị trí đo đường kính 2mm (hình 12.23 b, c). Nếu cần xác định chính xác vị trí đo có thể cho chỉ dẫn cụ thể hơn (ví dụ : vị trí đo ở đĩa thứ 5 của tháp chưng).



Hình 12.23. Đường tròn TĐ (tự động):

- a) Có đường tròn vị trí ; b) Không có đường tròn vị trí ;
- c) Không có đường tròn vị trí và đường tròn TĐ (tự động) được mở rộng để ghi nhiều ký hiệu hơn.

### b) Đường tròn TĐ (tự động)

Các chức năng của vị trí TĐ được ký hiệu bằng các chữ cái bố trí trong một đường tròn có đánh số vị trí TĐ. Đường tròn có đường kính khoảng 10mm. Nếu cần phải ghi nhiều ký hiệu có thể mở rộng như biểu diễn trên hình 12.23c.

- Nếu một đại lượng đo được nhiều dụng cụ đo đồng thời, ví dụ do yêu cầu an toàn, thì phải bố trí các đường tròn riêng rẽ cho từng dụng cụ đo. Tuy nhiên thiết kế điện trở và cặp nhiệt bố trí dùng trong một ống bảo vệ chỉ có một đường tròn TĐ.



**BẢNG 12.3. Ký hiệu chữ cái trong kỹ thuật tự động (TD)**

TT	Ký hiệu chữ cái	Nhóm 1 : Đại lượng đo hoặc đại lượng vào		Nhóm 2 : Xử lý
		là chữ cái đầu tiên	là chữ cái bổ sung (1) (2)	là chữ cái kế tiếp Thủ tự : O, I, R, C, S, Z, A
1	<b>A</b>	(3)		báo hiệu giá trị giới hạn, báo động
2	<b>B</b>	(3)		
3	<b>C</b>	(3)		điều chỉnh tự động, điều khiển tự động liên tục (Controller) (10)
4	<b>D</b>	Mật độ (Density)	Hiệu (Difference)	(1)
5	<b>E</b>	Các đại lượng điện (Electricity)		
6	<b>F</b>	Lưu lượng (Flow)	Tỷ lệ	(1)
7	<b>G</b>	Khoảng cách, chiều dài, vị trí		
8	<b>H</b>	Bảng tay (Hand)(4)		
9	<b>I</b>	(3)		Chỉ thị (Indicator)
10	<b>J</b>	(3)	(9)	(1)
11	<b>K</b>	Thời gian		
12	<b>L</b>	Mức (Level), kể cả lớp ngăn		
13	<b>M</b>	Độ ẩm, lượng ẩm		
14	<b>N</b>	Tự do sử dụng (5)		
15	<b>O</b>	Tự do sử dụng (5)		Tín hiệu nhìn thấy, phát triển có/không (Yes/No), (không phải báo động)
16	<b>P</b>	Áp suất (Pressure)		
17	<b>Q</b>	Đại lượng chất lượng (Quality) (phân tích, tính chất vật liệu) (ngoại trừ D, M, V) (6)	Tổng, tích phân, nguyên	(1) (11)
18	<b>R</b>	Các đại lượng bức xạ (Radiation)		Bộ tự ghi (Register) (12)
19	<b>S</b>	Tốc độ (Speed), vòng quay, tần số		Chuyển mạch (Switching), điều khiển tự động không liên tục
20	<b>T</b>	Nhiệt độ (Temperature)		(13)
21	<b>U</b>	Các đại lượng tập hợp (7)		
22	<b>V</b>	Độ nhớt (Viscosity)		
23	<b>W</b>	Trọng lực (Weight), khối lượng (8)		
24	<b>X</b>	Các đại lượng khác (5)		
25	<b>Y</b>	tự do sử dụng (5)		
26	<b>Z</b>	- (3)		Tự động khẩn cấp, an toàn qua ngắt mạch
27	<b>+</b>			Giá trị giới hạn trên
28	<b>/</b>			Giá trị trung gian, Trị số trung gian
29	<b>-</b>			Giá trị giới hạn dưới

Nếu cần, sử dụng thêm ký hiệu ở mục 12.5.2f

- Nếu nhiều đại lượng đo được thực hiện bởi một dụng cụ duy nhất thì mỗi đại lượng cần có một đường tròn TD. Sự tập kết nhiều đại lượng đo trong một dụng cụ có thể được ghi chú hoặc ký hiệu phía ngoài đường tròn TD (xem TIR 109 hình 12.25).

- Sử dụng nhiều đường tròn TD :

Nếu cần thiết, các chữ cái của một vị trí TD không nhất thiết phải tập hợp vào một vị trí TD duy nhất, mà có thể sử dụng nhiều đường tròn TD để tránh hiểu lầm. Thí dụ, nếu ngoài một đại lượng đo còn có nhiều chữ cái bổ sung, ký hiệu cho những yêu cầu bổ sung nào đó hoặc còn có nhiều đầu ra và nhiều vị trí điều khiển khác nhau (xem số 111 và 504), có thể sử dụng đồng thời nhiều đường tròn TD.

c) Các ký hiệu chữ cái

Các đại lượng đo hoặc các đại lượng vào được ký hiệu bằng các chữ cái cho trong bảng 12.3.

Chú thích cho bảng 12.3 :

(1) Các chữ cái đã được dùng làm ký hiệu chữ cái bổ sung không được dùng làm chữ cái kế tiếp.

(2) Có thể dùng các chữ cái không viết hoa làm ký hiệu chữ cái bổ sung.

(3) Các chữ cái A, B, C, I, J và Z trong nhóm 1 được dành cho tiêu chuẩn khác ở vị trí chữ cái đầu tiên.

(4) Chữ cái H được đưa vào nhóm 1 của bảng do tương ứng với ISC, với ý nghĩa tác động của con người (không tự động).

(5) Các chữ cái N, O, Y dành cho người thiết kế tự do lựa chọn và sử dụng. Ở đây có nghĩa là các chữ cái đó được sắp xếp tương ứng với các đại lượng đo lặp đi lặp lại nhiều lần trong sơ đồ khi đại lượng đo đó chưa có chữ cái ký hiệu trong bảng.

Nếu có một đại lượng đo nào đó chưa được sắp xếp, có thể dùng chữ cái X.

(6) Các đại lượng chất lượng có thể là : nồng độ, độ pH, độ dẫn điện, dẫn nhiệt, nhiệt lượng riêng, số Wobbe, điểm bắt lửa, số mẫu, hệ số khúc xạ, độ bền, độ quanh, độ đậm đặc...

(7) Một đại lượng tập hợp từ nhiều đại lượng mà không thể ký hiệu được bằng các chữ cái khác.

(8) Xem định nghĩa ở DIN 1305.

(9) Theo ISO chữ cái J là chữ cái bổ sung với nghĩa Scanning (sự xem xét, sự quét).

(10) Để phân biệt được xem đây là tác động điều chỉnh hay điều khiển cần phải xác định trực tiếp trên sơ đồ tương ứng (quá trình tác động hở hay kín - DIN 19226) nếu là điều khiển có thể hiểu là role ON-OFF.

(11) Theo ISO, chữ cái Q không những là chữ cái bổ sung mà đồng thời là chữ cái kế tiếp với nghĩa tổng, nguyên hoặc tích phân.

(12) Bộ ghi ở đây là khái niệm chung cho kết quả đưa ra được ghi trên giấy hoặc ghi trong bộ nhớ. Kiểu nhớ và ghi không phân biệt.

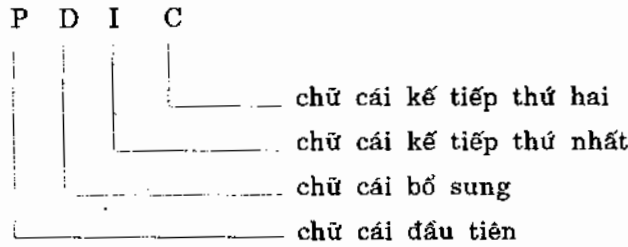
(13) Theo ISO, chữ cái T còn được sử dụng là chữ cái kế tiếp cho sự chuyển đổi (phép đo) (Trasmitting).

(14) Giá trị giới hạn trên, dưới và trung gian của một đại lượng đo được ký hiệu bằng dấu cộng, trừ và gạch chéo bố trí phía sau các chữ cái kế tiếp O, S, Z, A. Về ý nghĩa các ký hiệu +, - cùng sử dụng cho vị trí cuối "đóng", "mở" và các trạng thái mạch "ON", "OFF" (xem thí dụ 203, 209, 406, và 407). Lệnh "ON", "OFF" cũng được ghi chú trong đường tròn TD (xem thí dụ 308)

Theo ISO có thể sử dụng chữ cái H (high) và L (Low) để ký hiệu cho giá trị giới hạn trên và dưới. Các chữ cái này có thể viết phía trong hoặc phía ngoài vòng tròn TD.

**Thí dụ 12.3 :**

Đo hiệu áp, có chỉ thị (áp kế) và điều chỉnh tại trạm đo



- Ống nối đo :

Nếu ở vị trí đo chỉ có một ống nối đo hoặc chỉ có một đầu không lắp thường xuyên ở đó để ghi nhận một đại lượng đo thì chỉ một chữ cái tương ứng của đại lượng đó được ghi vào vòng tròn.

*d) Vị trí dữ liệu ra và vị trí vận hành*

Vị trí dữ liệu ra và vị trí vận hành (vị trí trung gian giữa con người và các trang thiết bị tự động) được ký hiệu như bảng 12.4.

BẢNG 12.4

Vị trí dữ liệu ra và vị trí vận hành	Ký hiệu trong vòng tròn TD
Điểm đo hoặc vị trí đo	Chữ cái ký hiệu không có gạch dưới
Trạm đo trung tâm	Chữ cái ký hiệu có gạch dưới ngang vòng tròn xem thí dụ
Trạm đo cấp dưới hoặc trạm đo địa phương	Các chữ cái ký hiệu có thể có 2 gạch dưới nếu cần phân biệt với trạm đo trung tâm

Nếu một thiết bị tự động có nhiều vị trí dữ liệu ra và vị trí vận hành cần phải sử dụng nhiều các đường tròn TD với các chữ cái ký hiệu tương ứng để biểu thị đủ các vị trí đó.

*e) Số của đường tròn TD*

Số của đường tròn TD được ghi ở phần dưới của đường tròn. Cách ghi và chọn hệ thông số để ghi là tùy ý. Tuy nhiên nếu có nhiều điểm đo cho cùng một đại lượng thì chỉ nên ghi một số giống nhau.

*f) Các ký hiệu khác*

Bảng 12.3 đã giới thiệu các chữ cái ký hiệu. Tuy nhiên, nếu các ký hiệu đó chưa đủ để truyền đạt hết thông tin, có thể đặt các ghi chú bên cạnh các đường tròn TD. Đặc biệt có thể có các chú thích bên cạnh các chữ cái E, Q, R và X. Khi đó cần thiết phải sử dụng các ký hiệu công thức tiêu chuẩn (bảng 12.5).

Trường hợp phải nhấn mạnh một sự xử lý số (Digital), nên sử dụng chữ cái D đặt ngoài đường tròn TD.

*g) Sự tác động vào mạch điều chỉnh*

- *Vị trí điều chỉnh, chỉ tiết điều chỉnh*

Vị trí điều chỉnh được thể hiện qua đỉnh tam giác đều cạnh 5mm chỉ vào ký hiệu "các chỉ tiết điều chỉnh hoặc vị trí điều chỉnh".







Nếu trong một sơ đồ đã vẽ một chi tiết điều chỉnh đặc biệt, ví dụ một chiếc van, thì ở đây đặt ký hiệu vào vị trí điều chỉnh.

*- Dụng cụ điều chỉnh*

Dụng cụ điều chỉnh được thể hiện qua ký hiệu dùng cho "chi tiết điện, chỉnh" và một vòng tròn đường kính 5mm và nối với nhau bằng một nét liền dài khoảng 10mm (xem hình 12.24).

Nếu dụng cụ điều chỉnh có thêm bộ truyền động bằng tay, có thể thể hiện giống ví dụ H307.

Đặc tính của dụng cụ điều chỉnh truyền động bằng năng lượng phụ khi mất nguồn năng lượng phụ được thể hiện bằng các ký hiệu phụ như hình 12.24.

Biểu diễn	Ý nghĩa
	Vị trí điều chỉnh, chi tiết điều chỉnh (đơn giản cả cho dụng cụ điều chỉnh)
	Dụng cụ điều chỉnh (truyền động bằng năng lượng phụ hoặc tự động)
	Khi mất nguồn năng lượng phụ, dụng cụ ở vị trí có lưu lượng max hoặc dòng năng lượng max.
	Khi mất nguồn năng lượng phụ, dụng cụ ở vị trí có lưu lượng min hoặc dòng năng lượng min.
	Khi mất nguồn năng lượng phụ, dụng cụ ở vị trí đã điều chỉnh
	Khi mất nguồn năng lượng phụ, dụng cụ đầu tiên ở vị trí đã điều chỉnh sau đó chuyển đến vị trí như mũi tên đã chỉ.

Hình 12.24. Sự tác động vào khoảng điều chỉnh.

*h) Đường nối tín hiệu*

Nối giữa vị trí điều chỉnh với đường tròn TD là một đường nét liền mảnh 0,25mm (xem phần 12.5.2a).

Nối giữa đường tròn TD đến dụng cụ điều chỉnh là một đường nét đứt cùng kích thước 0,25mm. Nếu không xảy ra nhầm lẫn, có thể sử dụng nét liền 0,25mm. Theo ISO, đường này là nét liền nhưng có gạch chéo đánh dấu.

Khi không tránh khỏi các đường cắt nhau trên sơ đồ thì giữ nguyên đường đậm mà ngắt đường mảnh.

Khi gặp cả mạng đường nối tín hiệu như trong điều chỉnh nhiều tầng, điều chỉnh tỷ lệ có thể nối chung các đường tròn TD theo mối liên hệ tác động với nhau.

Hướng của đường nối tín hiệu có thể ký hiệu bằng mũi tên.

**12.5.3. Các thí dụ minh họa**

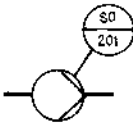
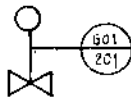
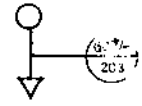

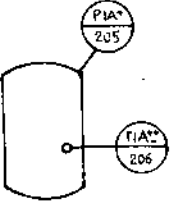
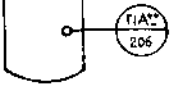
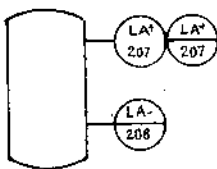
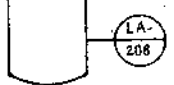
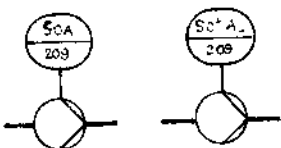
Sau đây là các thí dụ minh họa vẽ các ký hiệu sử dụng trong kỹ thuật quá trình trong đó có kỹ thuật lạnh và điều hòa không khí với 2 dạng

- Để viết trong các thuyết minh
- Để thể hiện trong các bản vẽ và sơ đồ.

Các thí dụ minh họa được thể hiện trong các hình từ 12.25 đến 12.36

Dụng cụ TD	Trong thuyết minh	Trên sơ đồ	Ghi chú
Đo áp suất chỉ thị tại chỗ	PI 101		Thí dụ : Áp kế
Đo mức lỏng chỉ thị tại chỗ	LI 102		Thí dụ : Ống thủy hay mức lỏng kế
Đo hiệu áp suất chỉ thị tại trạm đo	PD1 103		Thí dụ : Côngtômét với bộ đếm kiểu xung đặt ở trạm đo
Đo dung lượng chỉ thị tại trạm đo	FQI 104		
Đo lưu lượng tự ghi ở trạm đo	FR 105		Ví dụ : Tấm tiết lưu là bộ đo
Đo nhiệt độ chỉ thị tại trạm đo	TI 106		
Đo nhiệt độ chỉ thị và tự ghi ở trạm đo	TIR 107		Thí dụ : Trên máy ghi 6 mẫu R27. Vị trí ghi số 3 và chỉ thị riêng rẽ.
Đo áp suất tự ghi ở trạm đo trung tâm	PR 108		
Đo nhiệt độ ở đỡ chỉ thị ở trạm đo cấp dưới có tự ghi bổ sung ở trạm đo trung tâm	TIR 109		
Cân chỉ thị và tự ghi số (digital) tại chỗ	WIR 110		Dụng cụ cân có chỉ thị mặt cân và có máy in
Đo năng suất chỉ thị năng suất và tự ghi số lượng tại trạm đo	FI 111 FQR 111		Ví dụ : Với cân băng chuyên
Đo dòng điện chỉ thị tại trạm đo	EI 112		
Đo nồng độ CO2 tự ghi ở trạm đo	QR 113		

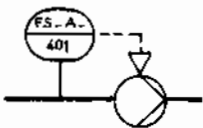
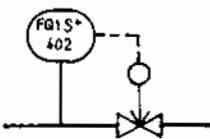
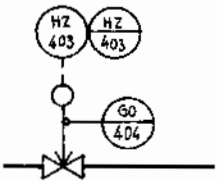
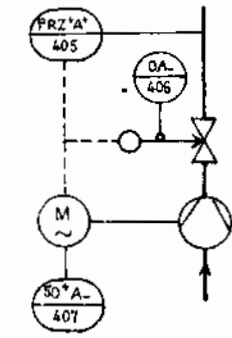
Hình 12.25 : Thí dụ ứng dụng chữ cái kế tiếp I và R.

Dụng cụ TD	Trong thuyết minh	Trên sơ đồ	Ghi chú
<p><i>Kiểm tra giám sát bơm</i> Dấu hiệu nhìn thấy: bơm hoạt động hoặc không</p>	SO 201		Thí dụ: Qua tiếp điểm ở công tắc tơ bố trí đèn báo làm việc và dừng của bơm
<p><i>Xác định vị trí của dụng cụ điều chỉnh:</i> Chỉ thị liên tục, dấu hiệu nhìn thấy bổ sung ở vị trí ON/OFF</p>	GOI 202		Thí dụ: Với dấu hiệu quan sát và kim chỉ vị trí
<p><i>Kiểm tra giám sát một dụng cụ điều chỉnh:</i> Dấu hiệu nhìn thấy ở vị trí ON/OFF và trung gian</p>	GO+/-203		
<p><i>Thông báo giá trị giới hạn của một dòng chảy:</i> Báo động khi đạt giá trị giới hạn dưới</p>	FA-204		Thí dụ: Bộ giám sát dòng chảy với mạch báo động âm thanh và ánh sáng (còi và đèn)
<p><i>Đo áp suất</i> Chỉ thị liên tục, báo động bổ sung khi đạt giá trị giới hạn trên</p>	PIA+205		
<p><i>Đo nhiệt độ</i> Chỉ thị liên tục, báo động khi đạt giá trị giới hạn dưới và 2 giá trị giới hạn trên</p>	TIA±+206		
<p><i>Đo mức lỏng</i> Báo động tại chỗ và tại trạm đo khi đạt giá trị giới hạn trên</p>	LA+207		Thí dụ: dùng 2 mạch của 2 van phao
<p><i>Đo mức lỏng</i> Báo động khi đạt giá trị giới hạn dưới</p>	LA-208		
<p><i>Giám sát bơm</i> Dấu hiệu nhìn thấy: đèn báo khi bơm hoạt động, báo động khi bơm ngừng</p>	SOA 209 SO+1-209		Để làm sáng tỏ để bài ra có thể biểu diễn kí hiệu + và - phía bên phải

Hình 12.26. Thí dụ ứng dụng chữ cái kế tiếp O và A.

Dụng cụ TD	Trong thuyết minh	Trên sơ đồ	Ghi chú
<p><i>Điều chỉnh áp suất</i> Tại chỗ</p>	PC 301		Nếu không cần một đầu nối (ống nối) áp suất đặc biệt, thí dụ ở trạm giảm áp có thể biểu diễn phía bên phải
<p><i>Điều chỉnh lưu lượng</i> Tự ghi đại lượng điều chỉnh. Báo động khi đạt giá trị dưới và điều chỉnh đại lượng dẫn ở trạm đo</p>	FRCA-302		
<p><i>Điều chỉnh áp suất</i> Chỉ thị đại lượng điều chỉnh và điều chỉnh đại lượng dẫn tại chỗ, báo động bổ sung tại trạm đo khi đạt giá trị trên</p>	PA + 303 PIC 303		Thí dụ: Điều chỉnh áp suất 2 vị trí của máy nén
<p><i>Điều chỉnh nhiệt độ</i> Chỉ thị đại lượng điều chỉnh và đại lượng dẫn trong trạm đo</p>	TIC 304		Thí dụ: Đốt nóng bằng điện trở với điều chỉnh 2 vị trí
<p><i>Tác động bằng tay tại chỗ</i> Vào một chi tiết điều chỉnh</p>	H 305		Biểu diễn: Bên phải theo DIN Bên trái theo ISO
<p><i>Tác động bằng tay</i> Vào một chi tiết điều chỉnh từ trạm đo</p>	H 306		Thí dụ: Điều chỉnh bằng tay lưu lượng van nhờ bộ điều chỉnh từ xa có dùng năng lượng phụ
<p><i>Tác động bằng tay bổ sung</i> Vào một chi tiết điều chỉnh</p>	H 307		Hình bên trái: DIN Hình bên phải: ISO
<p><i>Chuyển mạch bằng tay</i> Cho bơm, tại chỗ và ở trạm đo</p>	HS 308		Thí dụ: Tại chỗ ON/OFF Tại trạm đo chỉ có OFF

Hình 12.27. Thí dụ ứng dụng chữ cái đầu tiên H, các chữ cái kế tiếp C và S.

Dụng cụ TD	Trong thuyết minh	Trên sơ đồ	Ghi chú
<p><i>Đo lưu lượng</i> Ngắt bơm khi đạt giá trị giới hạn dưới. Báo động tại trạm đo</p>	FS-A-401		Thí dụ: Bộ giám sát lưu lượng
<p><i>Đo dung tích</i> Chỉ thị tại chỗ, đóng dụng cụ điều chỉnh khi đạt dung lượng yêu cầu.</p>	FQIS + 402		Ví dụ: Côngtômét đo thể tích có bộ điều chỉnh đặt dung tích
<p><i>Tác động khẩn cấp bằng tay</i> Đối với một dụng cụ điều chỉnh tại chỗ và ở trạm đo, có báo hiệu phản hồi</p>	HZ 403 GO 404		Ví dụ: Van đóng nhanh
<p><i>Đo áp suất</i> TỰ GHI: báo động khi đạt giá trị giới hạn trên, ngắt khẩn cấp máy nén. Đóng dụng cụ điều chỉnh phía áp suất cao. Báo hiệu phản hồi tác động ngắt đã thực hiện (báo động)</p>	PRZ+A+405 GA-406 SO+A-407		

Hình 12.28. Thí dụ ứng dụng chữ cái kế tiếp S và Z.



Dụng cụ TD	Trong thuyết minh	Trên sơ đồ	Ghi chú
Điều chỉnh ghép tầng Nhiệt độ - lưu lượng	TRC 501 FRC 502		Giá trị đại lượng điều chỉnh lưu lượng hơi được đưa đến từ đầu ra của dụng cụ điều chỉnh nhiệt độ (Vị trí đo: đĩa số 4).
Điều chỉnh tỷ lệ lưu lượng	FR 503 FFC 504 FR 504		Giá trị của đại lượng điều chỉnh lưu lượng 504 được dẫn tới từ lưu lượng 503 theo một tỷ lệ không đổi (điều chỉnh được).
Điều chỉnh tỉ lệ dung lượng	FQI 505 FQFC 506 FQI 506 FQFC 507 FQI 507		Các giá trị của đại lượng điều chỉnh dung lượng 506 và dung lượng 507 được đưa tới từ dung lượng 505 theo một tỷ lệ không đổi (điều chỉnh được). (Về sự chỉnh đặt dung lượng bổ sung xem thí dụ 402).
Điều chỉnh ghép tầng Tỉ lệ lưu lượng - Mật độ (tỷ trọng, khối lượng riêng)	FR 508 FFC 509 FR 509 DRC 510		Giá trị tỉ lệ của các lưu lượng 508 và 509 sẽ được đưa đến từ mật độ (tỷ trọng) của hỗn hợp.

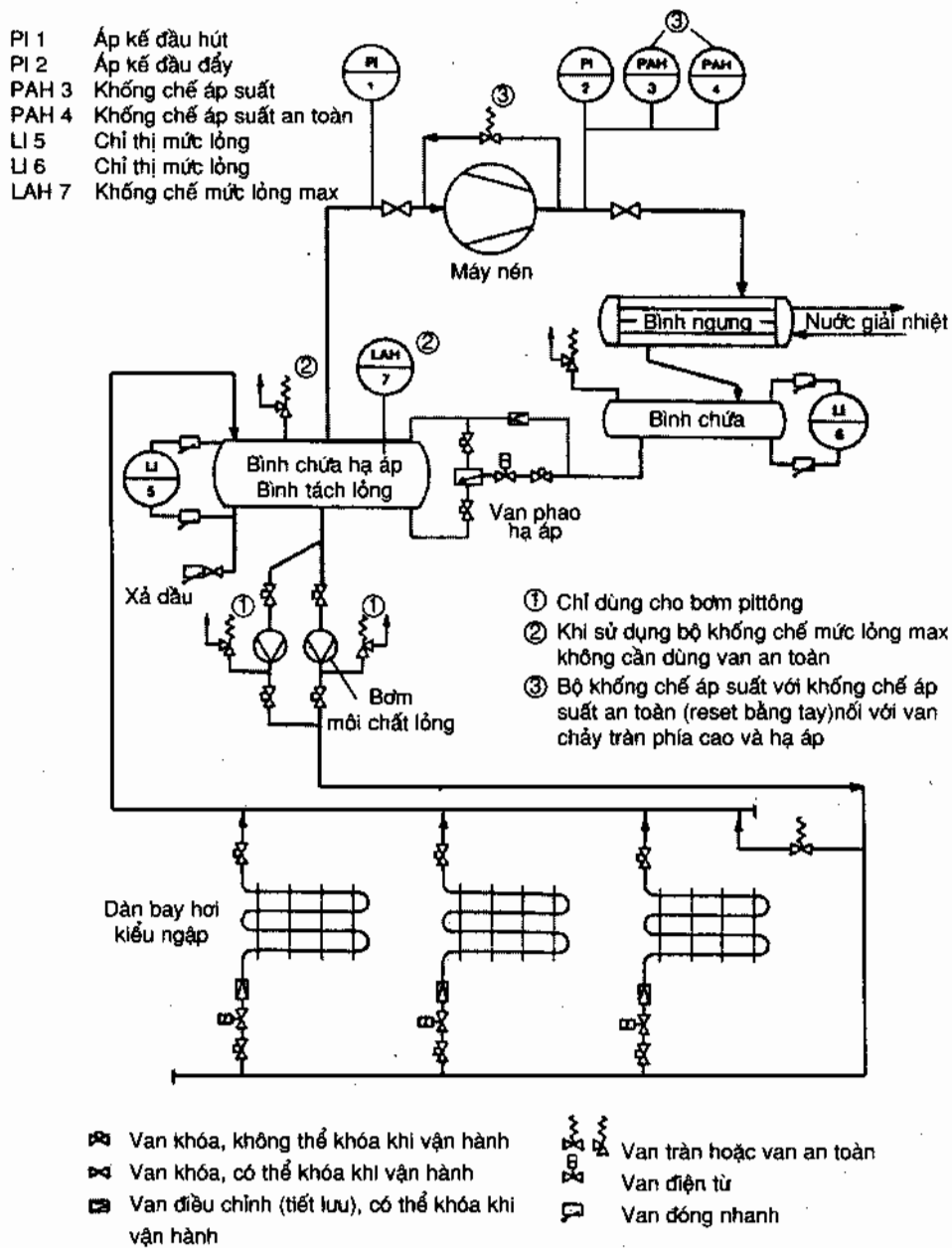
Hình 12.29. Thí dụ ứng dụng : Các điều chỉnh kế tiếp.

Dụng cụ TD	Trong thuyết minh	Trên sơ đồ	Ghi chú
<i>Điều chỉnh nhiều thành phần</i>	FR 601 LR 602 UC 604 FR 603		Để điều chỉnh mức trong một tang trống hơi cần thiết phải điều chỉnh mức nước, lưu lượng hơi và lưu lượng nước cấp.
<i>Điều chỉnh giới hạn bơm</i>	PR 605 UC 607 FR 606		Sơ đồ điều chỉnh này sử dụng áp suất và lưu lượng để tránh máy nén đạt tới giới hạn bơm
<i>Lựa chọn giữa điều chỉnh lưu lượng hay điều chỉnh áp suất</i>	UC 610 FRC 608 PRC 609		Giá trị nhỏ hơn của cả hai đại lượng điều chỉnh sẽ được đưa đến chi tiết điều chỉnh
<i>Điều chỉnh với sự đóng (nối) mạch đại lượng nhiều</i>	FR 611 PRC 612 UC 613		Vi phân của đại lượng nhiều: lưu lượng hơi sẽ được bổ sung vào đại lượng điều chỉnh của bộ điều chỉnh áp suất. (Sự nối mạch đại lượng nhiều tạm thời).

Hình 12.30. Thí dụ ứng dụng : Chữ cái đầu tiên U.

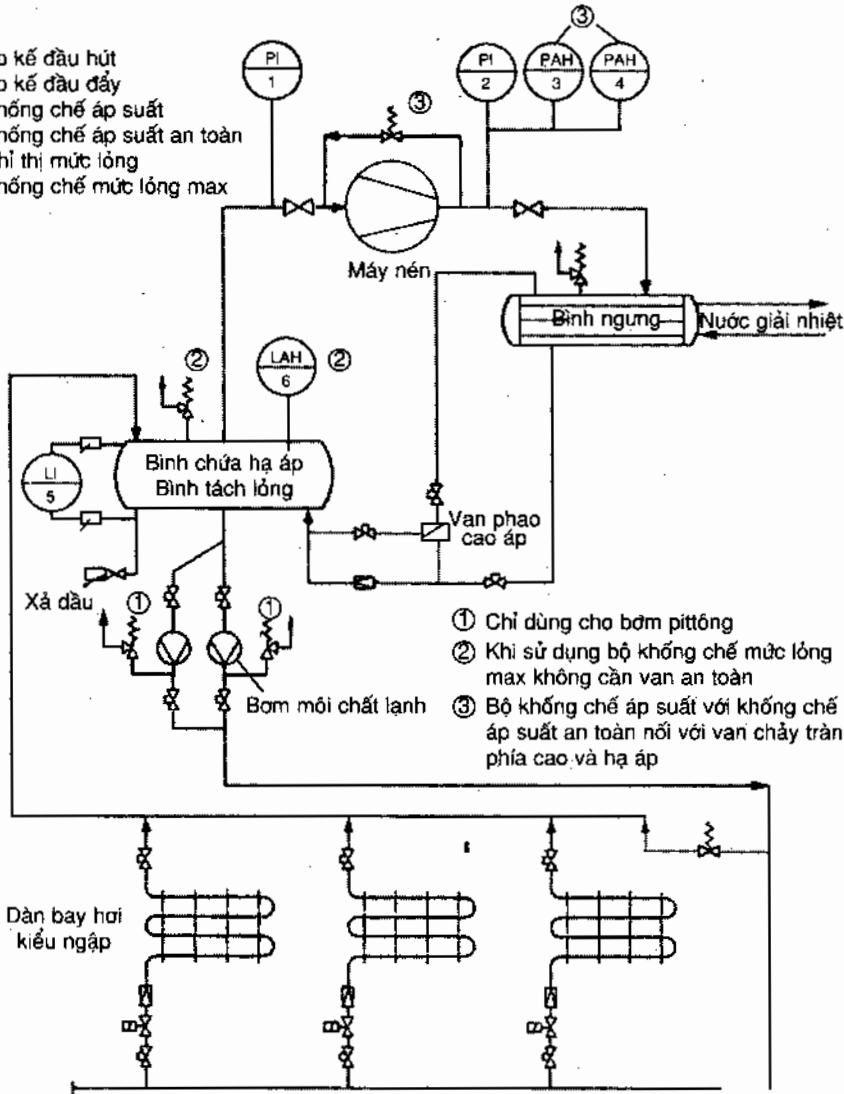
Dụng cụ TD	Trong thuyết minh	Trên sơ đồ	Ghi chú		
Điều chỉnh theo chương trình	TRC 701		Dại lượng dẫn cho sự điều chỉnh nhiệt độ được cho trước bằng một điều khiển thời gian theo chương trình		
Điều khiển thời gian theo chu kỳ	KR 702			Ba chi tiết điều chỉnh được điều khiển theo chu kỳ thời gian trong đó 2 chi tiết được điều khiển đồng thời.	
	GO 707				
	GO 704				
	GO 703				
	GO 706			Xem chú thích (7) bảng 12.3 cho FR711.	
Đo lưu lượng với sự hiệu chỉnh áp suất và nhiệt độ	FR 711				
	FR 708				
	TR 709				
	PR 710				
Bảo vệ máy nén	FRZ-A-712		Máy nén được bảo vệ khi mất nước làm mát bằng đo lưu lượng vào và ra và đo áp suất sau dàn làm mát với 2 trong 3 thông số đo		
Với 2 trong 3 thông số đo	PIZ-A-713			Dại lượng đo: Áp suất hút được đo bằng 3 dụng cụ đo. Dại lượng này sẽ ngắt máy nén với 2 trong 3 thông số đo	
	FRZ-A-714				
	FRZ-A-712				
	FRZ-A-714				
	UZ-A-715				
	PZ-A-716				
	..717..718				
Ống nối đo cho nhiệt độ	T 719		Ống nối thông thường là ống bảo vệ được gắn vào vị trí đo		
Vị trí lấy mẫu phân tích	Q 720			Ví dụ: Tám tiết lưu tiêu chuẩn đo lưu lượng lắp đặt phía trong.	
Vị trí gắn đầu đo lưu lượng	F 721				

Hình 12.31. Thí dụ ứng dụng các chữ cái đầu tiên K và U.



Hình 12.32. Thi dụ ứng dụng trong kỹ thuật lạnh.  
 Hệ thống lạnh cấp 1 có van phao điều chỉnh mức lỏng hạ áp và bơm tuần hoàn cho dàn bay hơi trực tiếp

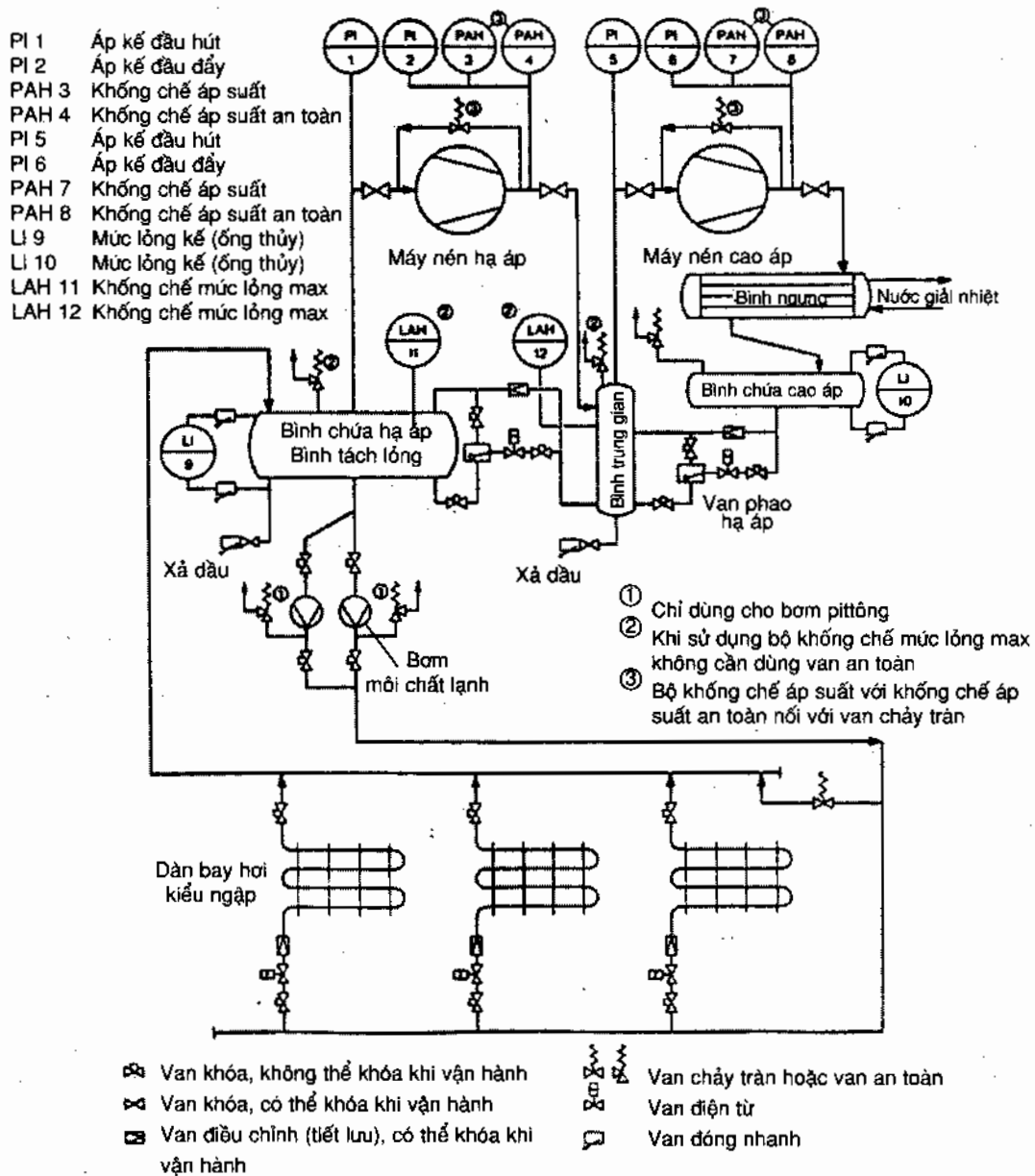
- PI 1 Áp kế đầu hút
- PI 2 Áp kế đầu đẩy
- PAH 3 Khống chế áp suất
- PAH 4 Khống chế áp suất an toàn
- LI 5 Chỉ thị mức lỏng
- LAH 6 Khống chế mức lỏng max



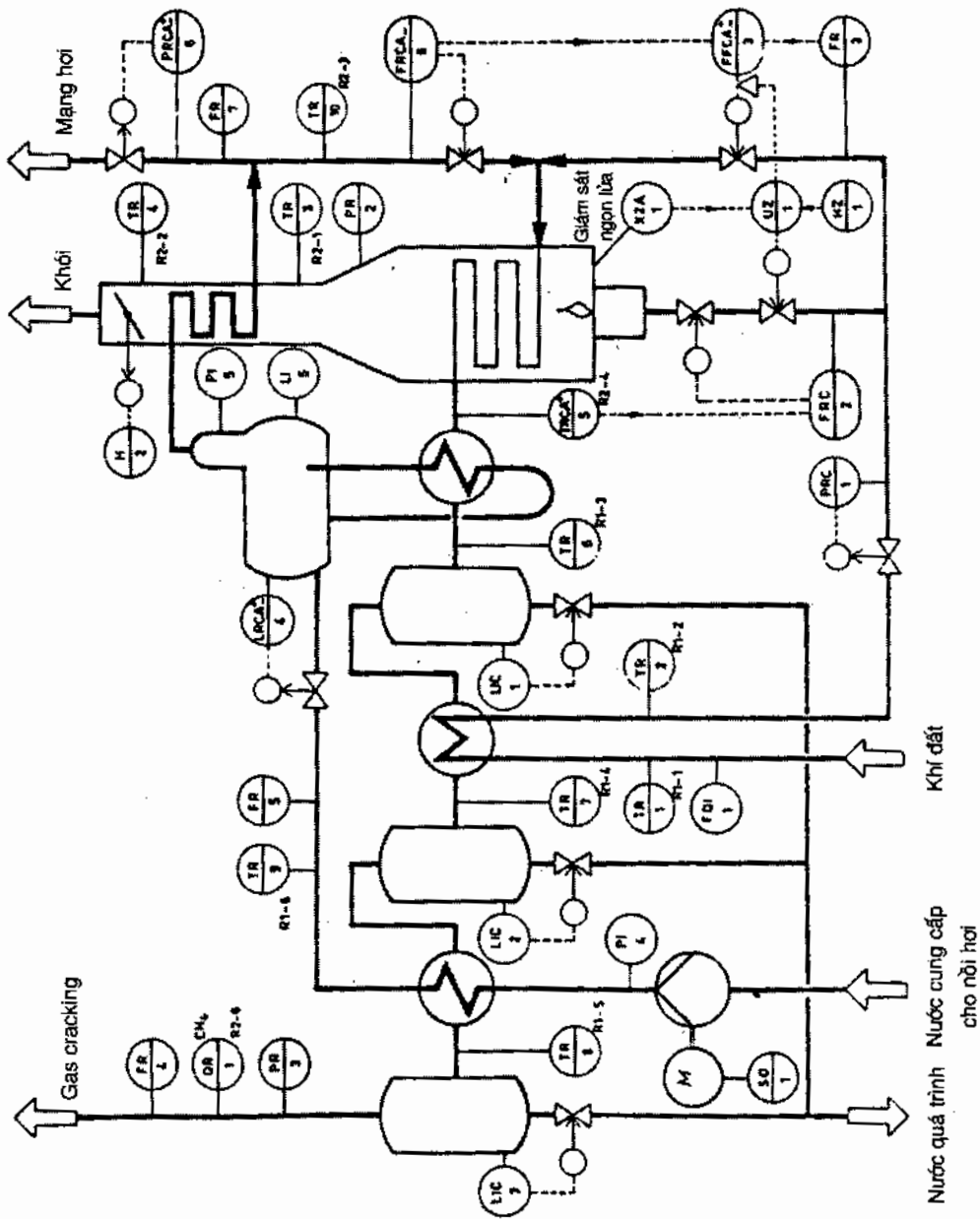
- ① Chỉ dùng cho bơm pittông
- ② Khi sử dụng bộ khống chế mức lỏng max không cần van an toàn
- ③ Bộ khống chế áp suất với khống chế áp suất an toàn nối với van chảy tràn phía cao và hạ áp

- Van khóa, không thể khóa khi vận hành
- Van khóa, có thể khóa khi vận hành
- Van điều chỉnh (tiết lưu), có thể khóa khi vận hành
- Van chảy tràn hay van an toàn
- Van điện từ
- Van đóng nhanh

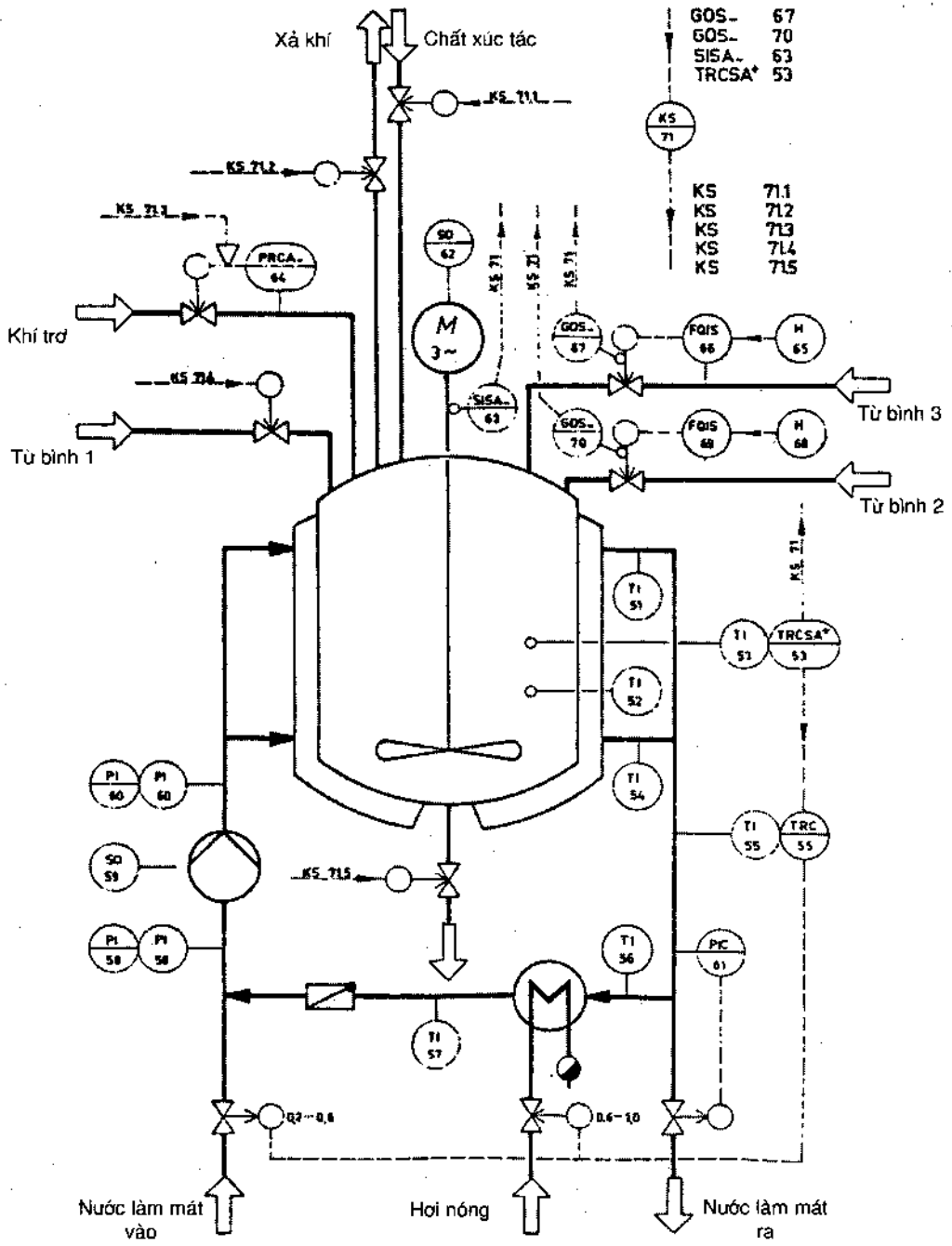
Hình 12.33. Thí dụ ứng dụng trong kỹ thuật lạnh.  
 Hệ thống lạnh 1 cấp có van phao cao áp và bơm tuần hoàn cho dàn bay hơi trực tiếp.



**Hình 12.34.** Thi dụ ứng dụng trong kỹ thuật lạnh.  
 Hệ thống lạnh 2 cấp có bình trung gian, van phao hạ áp và bơm tuần hoàn môi chất lạnh cho dàn bay hơi trực tiếp.



Hình 12.35. Thí dụ ứng dụng trong kỹ thuật quá trình : Hệ thống Cracking.



Hình 12.36. Thí dụ ứng dụng trong kỹ thuật quá trình : Nồi phản ứng có máy khuấy.



## 12.6. CÁC KÝ HIỆU CÔNG THỨC, ĐƠN VỊ VÀ KÝ HIỆU ĐẦU VÀ CHÂN

Việc thống nhất các ký hiệu có ý nghĩa lớn trong việc hòa nhập vào khu vực và thế giới. Các ký hiệu dưới đây chủ yếu lấy từ DIN 8941, vì DIN thường là cơ sở của ISO. Một vài ký hiệu có sửa đổi cho phù hợp với ngôn ngữ Việt.

Các đơn vị là đơn vị quốc tế SI. Cần lưu ý là đơn vị nhiệt độ tuyệt đối hay nhiệt động học là Kelvin ký hiệu là K chứ không phải độ Kelvin ( $^{\circ}\text{K}$ ) như trước. Quyết định này do Đại hội toàn thể lần thứ 13 về đo lường tháng 10 - 1967 đã đưa ra. Kể cả đơn vị hiệu nhiệt độ  $\Delta t$  cũng ký hiệu là K.

Bảng 12.5 giới thiệu các ký hiệu công thức và bảng 12.6 giới thiệu các ký hiệu chân.

BẢNG 12.5. Các ký hiệu và đơn vị SI

TT	Ký hiệu	Ý nghĩa	Đơn vị SI	Ghi chú
1	A	Diện tích bề mặt	$\text{m}^2$	Còn ký hiệu là F
2	a	Tốc độ âm thanh	$\frac{\text{m}}{\text{s}}$	
3	$\alpha$	Hệ số dẫn nhiệt độ	$\frac{\text{m}^2}{\text{s}}$	
4	B	Anergy	J	
5	b	Anergy riêng	$\frac{\text{J}}{\text{kg}}$	$b = \frac{B}{m}$
6	C	Nhiệt dung	$\frac{\text{J}}{\text{K}}$	$C = T \frac{\partial S}{\partial T}$
7	c	Nhiệt dung riêng	$\frac{\text{J}}{\text{kgK}}$	$c = \frac{C}{m}$
8	$c_p$	Nhiệt dung riêng đẳng áp	$\frac{\text{J}}{\text{kgK}}$	$c_p = T \left( \frac{\partial S}{\partial T} \right)_p = \left( \frac{\partial h}{\partial T} \right)_p$
9	$c_v$	Nhiệt dung riêng đẳng tích	$\frac{\text{J}}{\text{kgK}}$	$c_v = T \left( \frac{\partial S}{\partial T} \right)_v = \left( \frac{\partial h}{\partial T} \right)_v$
10	D	Hệ số khuếch tán	$\frac{\text{m}^2}{\text{s}}$	
11	d	Đường kính	m	-
12	E	Nhiệt lượng - Energy	J	$1\text{J} = 1 \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2} = 1\text{Ws} = 1\text{Nm}$
13	Ex	Exergy	J	-
14	Ex	Dòng exergy	W	-
15	ex	Exergy riêng	$\frac{\text{J}}{\text{kg}}$	$ex = \frac{\text{Exm}}{m}$
16	F	Lực	N	Cũng dùng cho diện tích bề mặt
17	F	Energy tự do, Phương trình Helmholtz	J	$F = U - TS$
18	f	Energy tự do riêng	$\frac{\text{J}}{\text{kg}}$	$f = \frac{F}{m}$
19	G	Entanpy tự do, phương trình Gibbs	J	$G = H - TS$

BẢNG 12.5 (tiếp)

TT	Ký hiệu	Ý nghĩa	Đơn vị SI	Ghi chú
20	g	Entanpy tự do riêng	$\frac{J}{kg}$	$g = \frac{C}{m}$
21	H	Entanpy	J	$H = U + pV$
22	h	Entanpy riêng	$\frac{J}{kg}$	$h = \frac{H}{m}$
23	$\Delta h$	Hiệu Entanpy riêng	$\frac{J}{kg}$	-
24	$\Delta h_r$	Entanpy bay hơi riêng	$\frac{J}{kg}$	-
25	$\Delta h_c$	Entanpy nóng chảy riêng	$\frac{J}{kg}$	-
26	$\Delta h_{sub}$	Entanpy thăng hoa riêng	$\frac{J}{kg}$	-
27	I	Cường độ dòng điện	A	-
28	I	Mật độ dòng	$\frac{kg}{m^2s}$	$I = \frac{m}{A} = \rho\omega$
29	k	Hệ số truyền nhiệt	$\frac{W}{m^2K}$	-
30	l	Chiều dài	m	-
31	$l_s$	Khoảng chạy pittông	m	(hay dùng s)
32	M	Khối lượng mol	$\frac{kg}{mol}$	$M = \frac{m}{n}$
33	$M_r$	Khối lượng mol tương đối	l	-
34	m	Khối lượng	kg	-
35	m	Lưu lượng, dòng khối lượng	$\frac{kg}{s}$	-
36	$m_L$ $m_R$ $m_N$	Lưu lượng của chất tải lạnh, môi chất lạnh và chất tải nhiệt	$\frac{kg}{s}$	-
37	n	Số mol	mol	-
38	n	Số mũ đa biến	l	-
39	n	Tốc độ vòng quay	$\frac{1}{s}$	-
40	P	Công suất	W	(Có thể dùng chữ cái N)

BẢNG 12.5 (tiếp)

TT	Ký hiệu	Ý nghĩa	Đơn vị SI	Ghi chú
41	$P_{el}$	Công suất điện của động cơ đo tại bảng đấu điện	W	(Có thể dùng chữ cái N)
42	$P_e$	Công suất hiệu dụng của máy nén (đo trên trục máy nén)	W	(Có thể dùng chữ cái N)
43	$P_t$	Công suất tổng của công trình hoặc hệ thống	W	(Có thể dùng chữ cái N)
44	$P_i$	Công suất chỉ thị hay công suất trong của máy nén	W	(Có thể dùng chữ cái N)
45	$P_s, P_{lt}$	Công suất lý thuyết hay công suất đoạn nhiệt	W	(Có thể dùng chữ cái N)
46	$p$	Áp suất	Pa	$1Pa = 1 \frac{N}{m^2} = 10^{-5} bar$
47	$P_s$	Áp suất ở điều kiện chung quanh (Áp suất bão hòa)	Pa	-
48	$P_a$	Áp suất tuyệt đối	Pa	-
49	$P_b$	Áp suất khí quyển (tuyệt đối)	Pa	-
50	$P_k$	Áp suất ngưng tụ (tuyệt đối)	Pa	-
51	$P_u$	Áp suất dư (Hiệu áp suất tuyệt đối trừ áp suất khí quyển)	Pa	$P_u = P_a - P_b$
52	$P_{kư}$	Áp suất ngưng tụ dư (hiệu áp suất ngưng tụ tuyệt đối trừ áp suất khí quyển)	Pa	$P_{kư} = P_k - P_b$
53	$P_{ou}$	Áp suất bay hơi dư (hiệu áp suất bay hơi trừ áp suất khí quyển)	Pa	$P_{ou} = P_o - P_b$
54	$P_c$	Áp suất tới hạn (tuyệt đối)	Pa	-
55	$P_o$	Áp suất bay hơi (tuyệt đối)	Pa	-
56	$P_{tr}$	Áp suất ở điểm 3 thế (tuyệt đối)	Pa	-
57	$Q_t$	Nhiệt lượng	J	-
58	$Q$	Năng suất nhiệt, dòng nhiệt	W	-
59	$Q_A$	Năng suất nhiệt của bình hấp thụ	W	-
60	$Q_H$	Năng suất nhiệt của bình sinh hơi (giải hấp)	W	-
61	$Q_{bn}$	Năng suất nhiệt của bơm nhiệt	W	-
62	$Q_k$	Năng suất nhiệt bộ ngưng tụ	W	-

BẢNG 12.5 (tiếp)

TT	Ký hiệu	Ý nghĩa	Đơn vị SI	Ghi chú
63	$Q_{kMN}$	Năng suất nhiệt của máy nén	W	-
64	$Q_o$	Năng suất lạnh, Năng suất lạnh bộ bay hơi	W	-
65	$Q_{oe}$	Năng suất lạnh hiệu dụng	W	-
66	$Q_{ot}$	Năng suất lạnh tổng	W	-
67	$Q_{on}$	Năng suất lạnh tinh (net)	W	-
68	$Q_{oMN}$	Năng suất lạnh máy nén	W	-
69	$q$	Mật độ dòng nhiệt	$\frac{W}{m^2}$	$q = \frac{Q}{A}$
70	$q_k$	Năng suất nhiệt riêng khối lượng ở đàn ngưng	$\frac{J}{kg}$	-
71	$q_{kv,lt}$	Năng suất nhiệt riêng thể tích ở bộ ngưng, lý thuyết	$\frac{J}{m^3}$	$q_{kv,lt} = \frac{Q_k}{m_R \cdot v_1}$
72	$q_{kv}$	Năng suất nhiệt riêng thể tích ở bộ ngưng	$\frac{J}{m^3}$	$q_{kv} = \frac{Q_c}{m_R \cdot v_1}$
73	$q_o$	Năng suất lạnh riêng khối lượng	$\frac{J}{kg}$	$q_o = \frac{Q_o}{m_R}$
74	$q_{ov,lt}$	Năng suất lạnh riêng thể tích lý thuyết (lấy chuẩn theo chu trình lý thuyết)	$\frac{J}{m^3}$	$q_{ov,lt} = \frac{Q_o}{m_R \cdot v_1}$
75	$q_{ov}$	Năng suất lạnh riêng thể tích	$\frac{J}{m^3}$	$q_{ov} = \frac{Q_o}{m_R \cdot v_1}$
76	$R$	Hằng số chất khí riêng	$\frac{J}{kgK}$	-
77	$r$	Bán kính	m	-
78	$S$	Entropy	$\frac{J}{K}$	-
79	$S$	Dòng Entropy	$\frac{W}{K}$	-
80	$s$	Entropy riêng	$\frac{J}{kgK}$	$s = \frac{S}{m}$
81	$T$	Nhiệt độ tuyệt đối	K	
82	$t$	Nhiệt độ Celsius (bách phân)	$^{\circ}C$	$t = T - 273,15 K$

BẢNG 12.5 (tiếp)

TT	Ký hiệu	Ý nghĩa	Đơn vị SI	Ghi chú
83	$\Delta T = \Delta t$	Hiệu nhiệt độ	K	$t = T - 273,15 \text{ K}$
84	$\Delta t_{ql}$	Hiệu nhiệt độ quá lạnh môi chất lỏng trước van tiết lưu	K	$\Delta t_{ql} = t_k - t_{kql}$
85	$t_a$	Nhiệt độ chung quanh (môi trường)	$^{\circ}\text{C}$	hoặc dùng $t$
86	$t_k$	Nhiệt độ ngưng tụ	$^{\circ}\text{C}$	Nhiệt độ bão hòa ở $p_k$
87	$t_{ql}$	Nhiệt độ quá lạnh của lỏng môi chất	$^{\circ}\text{C}$	-
88	$\Delta t_{kql}$	Hiệu nhiệt độ quá lạnh của môi chất lạnh ngưng tụ tại bộ ngưng	K	$\Delta t_{kql} = t_k - t_{kql}$
89	$t_c$	Nhiệt độ tới hạn	$^{\circ}\text{C}$	-
90	$t_l, t_b$	Nhiệt độ trong buồng lạnh	$^{\circ}\text{C}$	-
91	$t_o$	Nhiệt độ bay hơi	$^{\circ}\text{C}$	$p_o$
92	$t_{qn}$	Nhiệt độ của hơi quá nhiệt	$^{\circ}\text{C}$	-
93	$\Delta t_{qn}$	Độ quá nhiệt của hơi hút	K	$\Delta t_{qn} = t_k - t_{ql}$
94	$t_s$	Nhiệt độ sôi ở áp suất thường	$^{\circ}\text{C}$	$p = 1013,25 \text{ mbar}$
95	U	Điện áp	V	-
96	U	Nội năng	J	-
97	u	Nội năng riêng	$\frac{\text{J}}{\text{kg}}$	$u = \frac{U}{m}$
98	V	Thể tích	$\text{m}^3$	-
99	V	Dòng thể tích, lưu lượng thể tích	$\frac{\text{m}^3}{\text{s}}$	-
100	$V_{MN}$	Lưu lượng thể tích qua máy nén (compressor)	$\frac{\text{m}^3}{\text{s}}$	$V_c = m_R \cdot v_1$
101	$V_s$	Thể tích khoảng chạy pittông	$\frac{\text{m}^3}{\text{s}}$	-
102	$V_{lt}$	Thể tích hút lý thuyết máy nén	$\frac{\text{m}^3}{\text{s}}$	-
103	v	Thể tích riêng	$\frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$	$v = \frac{V}{m} = \frac{1}{\rho}$
104	W	Công	J	cũng dùng L
105	$W_{lt}$	Công của chu trình lý thuyết	J	cũng dùng $L_{lt}$

BẢNG 12.5 (tiếp)

TT	Ký hiệu	Ý nghĩa	Đơn vị SI	Ghi chú
106	w	Tốc độ	$\frac{m}{s}$	-
107	w	Công nén riêng khối lượng	$\frac{J}{kg}$	Thường dùng l
108	w <sub>lt</sub>	Công nén riêng khối lượng của chu trình lý thuyết	$\frac{J}{kg}$	Thường dùng l <sub>h</sub>
109	x	Thành phần hơi	$\frac{kg}{kg}$	Ví dụ : kg hơi mỗi chất lạnh trên mỗi kg mỗi chất lạnh
110	x	Độ chứa hơi ; Thành phần hơi nước	$\frac{kg}{kg}$	Ví dụ : kg hơi nước trong mỗi kg không khí khô (ký hiệu cũ : d)
111	z	Số lượng xilanh	-	-
112	$\alpha$	Hệ số tỏa nhiệt	$\frac{W}{m^2K}$	-
113	$\alpha_l$	Hệ số dẫn nở chiều dài do nhiệt	$K^{-1}$	-
114	$\gamma$	Hệ số dẫn nở thể tích do nhiệt	$K^{-1}$	$\gamma = \frac{1}{v} \left( \frac{\partial v}{\partial T} \right)_p = \frac{1}{V_m} \left( \frac{\partial V_m}{\partial T} \right)_p$
115	$\Delta$	Hiệu độ chênh	-	-
116	$\varepsilon$	Hệ số lạnh	1	-
117	$\varepsilon_c$	Hệ số lạnh của chu trình Carnot	1	-
118	$\varepsilon_l$	Hệ số lạnh của máy lạnh	1	-
119	$\varepsilon_x$	Hệ số nhiệt (của bộ ngưng) của máy lạnh	1	$\varepsilon_x = \frac{Q}{P}$
120	$\varepsilon_{bn}$	Hệ số (nhiệt của) bơm nhiệt	1	$\varepsilon_{bn} = \frac{Q_{bn}}{P}$ ; thường dùng $\varphi$
121	$\varepsilon_c$	Hệ số lạnh tính theo công suất hiệu dụng	1	-
122	$\varepsilon_t$	Hệ số lạnh tổng của hệ thống	1	-
123	$\varepsilon_i$	Hệ số lạnh tính theo công suất chỉ thị	1	-
124	$\varepsilon_{lt}$	Hệ số lạnh của chu trình lý thuyết	1	-
125	$\zeta$	Tỷ số nhiệt	1	-
126	$\eta$	Độ nhớt động lực	Pa.s	$1Pa.s = 1 \frac{kg}{m.s}$
127	$\eta$	Hiệu suất	1	-
128	$\eta_c$	Hiệu suất chu trình Carnot thuận chiều	1	-

1) Siehe Seite 2

BẢNG 12.5 (tiếp)

TT	Ký hiệu	Ý nghĩa	Đơn vị SI	Ghi chú
129	$\eta_e$	Hiệu suất tính theo công suất truyền động hiệu dụng	1	-
130	$\eta_{el}$	Hiệu suất của động cơ điện	1	-
131	$\eta_{ex}$	Hiệu suất exergy	1	-
132	$\eta_i$	Hiệu suất tính theo công suất chỉ thị	1	-
133	$\eta_m$	Hiệu suất cơ (mechanic)	1	-
134	$\kappa$	Số mũ đoạn nhiệt	1	-
135	$\lambda$	Hệ số dẫn nhiệt	$\frac{W}{mK}$	-
136	$\lambda$	Hệ số cấp (hiệu suất thể tích)	$\frac{m^3}{m^3}$	Hiệu suất thể tích $\lambda = \frac{V_{ct}}{V_{lt}}$
137	$\nu$	Độ nhớt động	$\frac{m^2}{s}$	-
138	$\xi$	Nồng độ khối lượng Thành phần khối lượng	$\frac{kg}{kg}$	Ví dụ : Thành phần dầu
139	$\xi_a$	Nồng độ môi chất lạnh trong dung dịch nghèo (loãng)	$\frac{kg}{kg}$	-
140	$\xi_{oil}$	Lưu lượng dầu (tính theo lưu lượng môi chất lạnh)	$\frac{kg}{kg}$	$\xi_{oil} = \frac{m_{oil}}{m_k}$
141	$\xi_r$	Nồng độ môi chất lạnh trong dung dịch giàu (đậm đặc)	$\frac{kg}{kg}$	-
142	$\Delta \xi$	Vùng khuếch tán	$\frac{kg}{kg}$	$\Delta \xi = \xi_r - \xi_a$
143	$\rho$	Mật độ, khối lượng riêng	$\frac{kg}{m^3}$	$\rho = \frac{m}{V} = \frac{l}{v}$
144	$\sigma$	Sức căng bề mặt	$\frac{N}{m}$	-
145	$\sigma$	Thể tích chất trên thể tích quét của pittông	1	(còn ký hiệu là C)
146	$\tau$	Dung sai, sai số đo	-	-
147	$\tau$	Thời gian	s	-
148	$\tau_{lv}$	Thời gian làm việc	s	-
149	$\tau_b$	Hệ số thời gian làm việc	1	$\tau_b = \frac{\tau_{lv}}{\tau_{lv} + \tau_d}$ , thường dùng b
150	$\tau_n$	Thời gian nghỉ (dừng)	s	-
151	$\varphi$	Độ ẩm tương đối	1	$\varphi = \frac{\text{áp suất riêng hơi nước}}{\text{áp suất bão hòa hơi nước}}$
152	$\varphi$	Hệ số bơm nhiệt	1	$\varphi = Q_k/Q_c$

BẢNG 12.6. Ký hiệu chân và dấu

TT	Ký hiệu	Ý nghĩa	Ghi chú
1	A	hấp thụ, bình hấp thụ	-
2	B	bình chứa	-
3	C	Carnot	-
4	CA	cao áp	-
5	HA	hạ áp	-
6	HN	hồi nhiệt	-
7	M	động cơ, motor	-
8	P	bơm (pump)	-
9	Q	quạt	-
10	R	môi chất lạnh (Refrigerant)	-
11	T	đẳng nhiệt, trong	-
12	a	ngoài	-
13	đ	đáy	-
14	e, eff	effective, hiệu dụng	-
15	f	chất lỏng (fluid)	-
16	h	hút	-
17	i	trong, chỉ thị	-
18	k	ngưng tụ, bộ ngưng tụ	-
19	lt	lý thuyết	-
20	o	bay hơi, bộ bay hơi	(đọc là "không")
21	oil	dầu	-
22	p	đẳng áp, isobar	-
23	ql	quá lạnh	-
24	qn	quá nhiệt	-
25	s	đoạn nhiệt, isentrop	-
26	t	tổng	-
27	v	đẳng tích, isochor	-
28	1	vào	-
29	2	ra	-
30	I,II,III	cấp 1, 2, 3	-
31	'	dùng cho chất lỏng sôi	trạng thái trên đường lỏng bão hòa
32	"	dùng cho hơi bão hòa	trạng thái trên đường hơi bão hòa
33	*	dùng cho chất rắn tan hoặc thăng hoa	-
34	**	dùng cho chất lỏng kết đông, kết rắn	-



## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Đức Lợi ; Phạm Văn Tuyền.  
Kỹ thuật lạnh cơ sở. Nhà xuất bản Giáo dục Hà Nội 1996 (in lần 4 có bổ sung và sửa chữa).
2. Nguyễn Đức Lợi ; Phạm Văn Tuyền ; Đinh Văn Thuận.  
Kỹ thuật lạnh ứng dụng. Nxb Giáo dục Hà Nội 1995.
3. Nguyễn Đức Lợi.  
Hướng dẫn thiết kế hệ thống lạnh. Nxb khoa học và kỹ thuật Hà Nội 1999 (in lần 3 có bổ sung và sửa chữa).
5. Nguyễn Đức Lợi ; Vũ Diễm Hương ; Nguyễn Khắc Xương.  
Vật liệu kỹ thuật lạnh và kỹ thuật nhiệt. Nxb Giáo dục Hà Nội 1998 (in lần 2 có bổ sung và sửa chữa)
6. Nguyễn Đức Lợi ; Phạm Văn Tuyền.  
Môi chất lạnh. Nhà xuất bản Giáo Dục. Hà Nội 1998 (in lần 2 có bổ sung và sửa chữa).
7. Nguyễn Đức Lợi ; Phạm Văn Tuyền.  
Máy và thiết bị lạnh. Nxb Giáo dục - Hà Nội 1999 (in lần 2 có bổ sung và sửa chữa).
8. Nguyễn Đức Lợi ; Phạm Văn Tuyền.  
Bài tập kỹ thuật lạnh. Nxb Giáo dục - Hà Nội 1998 (in lần 2 có bổ sung và sửa chữa).
9. Nguyễn Đức Lợi ; Hà Mạnh Thư.  
Tủ điện kỹ thuật lạnh và điều hòa không khí. Nxb khoa học và kỹ thuật - Hà Nội 1998.
10. Nguyễn Xuân Phú ; Tô Đăng.  
Khí cụ điện. Nxb khoa học và kỹ thuật Hà Nội 1998.
11. Đặng Văn Đào ; Lê Văn Danh.  
Kỹ thuật điện. Nxb Giáo dục - Hà Nội 1998.
12. ASHRAE HANDBOOK.  
1993 - Fundamental volume  
1986 - Refrigeration volume  
1987 - HVAC system and application  
1988 - Equipment volume
13. DANFOSS.  
Collection of instructions. Automatic Controls for Refrigeration Plant and Air - Conditioning Systems Catalog of Products.
14. R.W Haines.  
Control systems for Heating, Ventilating and Air - Conditioning Van Nostrand Reinhold Company - New York 1983.
15. Schmitthelm.  
Kälteanlagenbau - Verlag C.F.Müller. Karlsruhe 1992.
16. Breidenbach. K.H.  
Der Kälteanlagenbauer - Verlag C.F. Müller Karlsruhe 1990
17. Cube. H.L.von.  
Lehrbuch der Kältetechnik - Verlag C. F. Müller Karlsruhe 1981
18. BITZER : Technische Information
19. BOCK : Technische Information
20. DWM Compeland - Technische Information
21. MANEUROP : Technische Information
22. SABROE - Technical Information
23. MYCOM - Technical Information
24. TRANE - Technical Information
25. YORK - Technical Information
26. CARRIER - Technical Information
27. A. Gac: Equipments frigorifiques: automatism et conception. TEC. DOC - PARIS 1997
28. Johnson Control - Products Catalog
29. А. В. БЫКОВА. Теплообменные аппараты, приборы, автоматизации и испытания холодильных машин (справочник). Москва "Легкая и пищевая промышленность" 1984.
30. В.С. УЖАНСКИЙ. Автоматизация холодильных машин и установок Москва - Пищевая промышленность 1973.
31. И.Б. ЯКОВСОН. Автоматизация холодильных установок. Госторгиздат Москва 1962.

# MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
<i>Lời nói đầu</i>	3
<b>Phần một – KỸ THUẬT ĐIỆN</b>	
<b>Chương 1: Cơ sở kỹ thuật điện</b>	
1.1. Những khái niệm	5
1.1.1. Điện tích	5
1.1.2. Dòng điện	6
1.1.3. Điện thế	6
1.1.4. Điện trở	7
1.1.5. Mạch điện	8
1.2. Tính chất các điện tử	8
1.2.1. Định luật Ohm	8
1.2.2. Điện trở dây dẫn	9
1.2.3. Sự phụ thuộc nhiệt độ của điện trở	10
1.2.4. Nhiệt kế điện trở	11
1.2.5. Mạch điện trở	12
1.3. Điện năng	17
1.3.1. Công và công suất điện	17
1.3.2. Tổn thất công suất	17
1.3.3. Hiệu suất động cơ	19
1.4. Tự điện và điện dung	20
1.4.1. Điện dung của tụ điện	20
1.4.2. Mạch tụ điện	21
1.4.3. Tính chất tích điện và phóng điện của tụ	22
1.5. Tính chất từ của dòng điện	24
1.5.1. Tính chất cơ bản của nam châm	24
1.5.2. Cuộn cảm	25
1.5.3. Tính chất đóng ngắt của cuộn dây	26
1.6. Cơ sở điện xoay chiều	26
1.6.1. Các đại lượng cơ bản	26
1.6.2. Công suất của dòng điện hình sin	27
1.6.3. Nâng cao hệ số công suất $\cos \varphi$	31
1.7. Cơ sở điện xoay chiều ba pha	33
1.7.1. Các đại lượng cơ bản	33
1.7.2. Điện trở thuần với dòng điện ba pha	35
1.7.3. Động cơ máy nén lạnh điện ba pha	37
1.7.4. Tổn thất điện áp và tổn thất công suất trên lưới điện xoay chiều	39
1.8. Truyền động điện trong kỹ thuật lạnh	41
1.8.1. Tốc độ vòng quay, moment quay và công suất	41
1.8.2. Động cơ một pha trong block máy nén lạnh	41
1.8.3. Động cơ ba pha cho máy nén lạnh	44

**Phần hai - KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN ĐIỆN****Chương 2: Điều khiển điện trong kỹ thuật lạnh**

2.1. Đại cương	47
2.1.1. Một số đại lượng cơ bản	47
2.1.2. Các ký hiệu thông dụng của phụ kiện và khí cụ điện	48
2.1.3. Các chữ cái ký hiệu của phụ kiện điện	50
2.1.4. Một số khí cụ điện dùng trong kỹ thuật lạnh	51
2.1.5. Cách lập sơ đồ điện	58
2.1.6. Một số công tắc điều khiển đơn giản	60
2.2. Các thiết bị bảo vệ trong hệ thống lạnh	63
2.2.1. Cầu chì	63
2.2.2. Rơle nhiệt	64
2.2.3. Aptômat	65
2.2.4. Contactor	66
2.2.5. Thermistor bảo vệ động cơ	68
2.2.6. Rơle hiệu áp đầu	69
2.2.7. Rơle áp suất cao và thấp	70
2.2.8. Bảo vệ nhiệt độ đầu dây	71
2.3. Chuỗi an toàn CAT trong một mạch điều khiển	71
2.3.1. Đèn báo hồng chung và không có reset	71
2.3.2. Đèn báo riêng, không có reset	72
2.3.3. Đèn báo chung, có reset	72
2.3.4. Đèn báo riêng, có reset	73
2.3.5. Chức năng reset và khí cụ PTC Thermistor	73
2.4. Hạn chế dòng khởi động máy nén lạnh	75
2.4.1. Khởi động sao - tam giác	76
2.4.2. Khởi động part winding (một phần cuộn dây)	77
2.4.3. Khởi động điện trở	79
2.5. Điều khiển máy nén	79
2.5.1. Hút kiệt (pump down và pump out)	79
2.5.2. Máy nén có điều chỉnh năng suất lạnh	82
2.4.3. Máy nén trực vít	84
2.6. Điều khiển tốc độ vòng quay	89
2.6.1. Cuộn dây riêng biệt	89
2.6.2. Cuộn dây kiểu Dahlander	90
2.7. Một vài sơ đồ điều khiển hệ thống lạnh	94

**Phần ba - TỰ ĐỘNG HÓA HỆ THỐNG LẠNH****Chương 3: Nhiệm vụ, sơ đồ, thuật ngữ, phân loại**

3.1. Đại cương	101
3.2. Sơ đồ mạch điều chỉnh và các thuật ngữ cơ bản	102
3.3. Yêu cầu và nhiệm vụ	105
3.4. Phân loại	106
3.5. Một số đặc tính của sự điều chỉnh	108
3.5.1. Điều chỉnh hai vị trí "ON-OFF"	108
3.5.2. Điều chỉnh nhảy cấp	110
3.5.3. Điều chỉnh liên tục	110

**Chương 4: Tự động hóa máy nén lạnh**

4.1. Đại cương	113
4.2. Điều chỉnh năng suất lạnh máy nén pittông	113
4.2.1. Đồng ngắt máy nén "ON-OFF"	114
4.2.2. Tiết lưu hơi hút	116
4.2.3. Xả hơi nén về phía hút	117
4.2.4. Vô hiệu hóa từng xilanh hoặc từng cụm xilanh	119
4.2.5. Thay đổi vòng quay trục khuỷu máy nén	130
4.3. Điều chỉnh năng suất lạnh các loại máy nén khác	132
4.3.1. Điều chỉnh năng suất lạnh máy nén trục vít	132
4.3.2. Điều chỉnh năng suất lạnh máy nén turbin.	133
4.4. Tự động bảo vệ máy nén lạnh	134
4.4.1. Giới thiệu chung	134
4.4.2. Các dạng bảo vệ máy nén pittông	135
4.4.3. Nguyên tắc cấu tạo hệ thống bảo vệ (Chuỗi An Toàn) CAT	138
4.4.4. Bảo vệ máy nén trục vít	139
4.4.5. Bảo vệ máy nén turbin	139

**Chương 5: Tự động hóa thiết bị ngưng tụ**

5.1. Đại cương	141
5.2. Tự động hóa bình ngưng giải nhiệt nước	142
5.2.1. Tự động hóa bình ngưng, nước sử dụng một lần (không tuần hoàn)	142
5.2.2. Tự động hóa bình ngưng, nước tuần hoàn	144
5.3. Điều chỉnh dàn ngưng giải nhiệt gió	146
5.3.1. Điều chỉnh phía môi chất lạnh	146
5.3.2. Điều chỉnh phía không khí	148

**Chương 6: Tự động hóa thiết bị bay hơi**

6.1. Đại cương	151
6.2. Tự động cấp lỏng cho thiết bị bay hơi	152
6.2.1. Cấp lỏng theo độ quá nhiệt hơi hút	153
6.2.2. Cấp lỏng theo mức lỏng	157
6.2.3. Một số sơ đồ cấp lỏng thường gặp	158
6.3. Bảo vệ thiết bị bay hơi	162
6.3.1. Bảo vệ thiết bị bay hơi không bị tràn lỏng	162
6.3.2. Bảo vệ bình bay hơi không bị đóng băng chất tải lạnh	165

**Chương 7: Tự động hóa máy lạnh và buồng lạnh**

7.1. Máy làm lạnh chất tải lạnh (liquid chiller)	167
7.1.1. Máy làm lạnh chất tải lạnh, môi chất sôi trong không gian giữa các ống, máy nén làm việc theo kiểu ON-OFF	168
7.1.2. Máy lạnh với bình bay hơi môi chất sôi trong ống, máy nén làm việc theo kiểu ON-OFF	170
7.1.3. Máy lạnh với bình bay hơi môi chất sôi trong ống, máy nén điều chỉnh năng suất lạnh theo kiểu ngắt từng cụm xilanh	171
7.1.4. Máy lạnh với bình bay hơi môi chất sôi trong ống và nhiều máy nén, điều chỉnh Qe bằng cách đóng ngắt máy nén kết hợp đóng ngắt từng cụm xilanh	173
7.1.5. Máy lạnh với bình bay hơi môi chất sôi trong ống, máy nén làm việc theo kiểu tiết lưu đường hút	177
7.2. Máy lạnh làm lạnh trực tiếp không khí trong buồng lạnh	178
7.2.1. Máy lạnh với một buồng lạnh	179

	<i>Trang</i>
7.2.2. Máy lạnh với nhiều buồng lạnh xấp xỉ nhiệt độ	180
7.2.3. Máy lạnh với nhiều buồng lạnh khác nhiệt độ	181
7.3. Điều chỉnh nhiệt độ và độ ẩm trong buồng lạnh	182
7.3.1. Khái quát	182
7.3.2. Điều chỉnh độ ẩm nhờ $\Delta t_0$	183
7.3.3. Gia ẩm bằng phun ẩm	187
7.3.4. Khử ẩm bằng máy hút ẩm	187
7.4. Điều chỉnh khí tươi trong buồng lạnh	188

## **Phần bốn - CÁC DỤNG CỤ VÀ THIẾT BỊ TỰ ĐỘNG**

### **Chương 8: Các dụng cụ thừa hành**

8.1. Thiết bị thừa hành	192
8.1.1. Van điện tử	192
8.1.2. Van thừa hành pilot (van chủ)	200
8.2. Các cơ cấu thừa hành	204
8.2.1. Các cơ cấu thừa hành có motor điện	204
8.2.2. Các cơ cấu thừa hành điều khiển bằng khí nén	204

### **Chương 9: Các dụng cụ tự động điều chỉnh báo hiệu, bảo vệ áp suất và hiệu áp suất**

9.1. Các phần tử cảm biến đàn hồi	205
9.2. Các dụng cụ điều chỉnh hai vị trí	206
9.2.1. Rơle áp suất đơn	207
9.2.2. Rơle áp suất kép	211
9.2.3. Rơle hiệu áp đầu	213
9.3. Dụng cụ điều chỉnh tự động có đặc tính liên tục	216
9.3.1. Dụng cụ điều chỉnh áp suất bay hơi	217
9.3.2. Dụng cụ điều chỉnh áp suất ngưng tụ	219
9.3.3. Dụng cụ điều chỉnh năng suất lạnh	223
9.3.4. Dụng cụ điều chỉnh áp suất hút hay áp suất cacte	227
9.3.5. Dụng cụ điều chỉnh áp suất bình chứa	229

### **Chương 10: Các dụng cụ tự động điều chỉnh báo hiệu, bảo vệ nhiệt độ và hiệu nhiệt độ**

10.1. Các bộ biến đổi nhiệt độ	231
10.1.1. Hệ thống biến đổi nhiệt áp	231
10.1.2. Các phần tử nhạy cảm dẫn nổ nhiệt	233
10.1.3. Nhiệt điện trở	233
10.2. Các dụng cụ điều chỉnh nhiệt độ hai vị trí	234
10.2.1. Rơle nhiệt độ và hiệu nhiệt độ kiểu hộp xếp	234
10.2.2. Rơle nhiệt độ kiểu dẫn nổ nhiệt	242
10.2.3. Rơle nhiệt độ điện trở	243
10.3. Các dụng cụ điều chỉnh nhiệt độ và hiệu nhiệt độ liên tục	245
10.3.1. Các dụng cụ điều chỉnh nhiệt độ liên tục	245
10.3.2. Các dụng cụ điều chỉnh theo hiệu nhiệt độ (độ quá nhiệt)	251

### **Chương 11: Dụng cụ điều chỉnh và bảo vệ mức lỏng**

11.1. Dụng cụ điều chỉnh và bảo vệ mức lỏng 2 vị trí	261
11.1.1. Rơle mức lỏng kiểu phao điện tử	261
11.1.2. Rơle mức lỏng bảo vệ, báo động và điều chỉnh	264

	<i>Trang</i>
11.2. Các dụng cụ điều chỉnh mức liên tục	265
11.2.1. Van phao điều chỉnh mức liên tục kiểu cơ khí, hạ áp	265
11.2.2. Van phao điều chỉnh mức liên tục kiểu cơ khí, cao áp	268
11.2.3. Van tĩnh nhiệt điều chỉnh mức lỏng	270
<b>Chương 12: Sơ đồ tự động hệ thống lạnh</b>	
12.1. Đại cương	272
12.2. Một số ký hiệu chung	273
12.3. Ký hiệu đường ống theo chất lỏng chảy trong ống	275
12.4. Các ký hiệu khác	275
12.4.1. Các loại van chặn	276
12.4.2. Các loại van một chiều	276
12.4.3. Các loại van điều chỉnh liên tục	277
12.4.4. Các dụng cụ có chức năng an toàn	277
12.4.5. Các dạng truyền động của van	278
12.4.6. Các chi tiết đường ống	279
12.4.7. Các bình chứa (B)	280
12.4.8. Các bình, tháp có nội thiết (B) (có thiết bị gá lắp bên trong)	280
12.4.9. Trang bị để gia nhiệt và gia lạnh	281
12.4.10. Thiết bị trao đổi nhiệt (W), nổi hơi (D)	281
12.4.11. Phin lọc chất lỏng và chất khí (F)	282
12.4.12. Bình tách, phân ly các loại (F)	282
12.4.13. Máy khuấy (R)	282
12.4.14. Bơm lỏng (P)	283
12.4.15. Các loại băng tải, vít tải	283
12.4.16. Máy nén, bơm chân không, quạt (V)	284
12.4.17. Cân các loại	284
12.4.18. Bộ phun	285
12.4.19. Máy động lực, truyền động, động cơ điện (M), turbin	285
12.4.20. Các ký hiệu khác	285
12.4.21. Các thí dụ minh họa	285
12.5. Ký hiệu và ký hiệu chữ cái dùng trong sơ đồ tự động hệ thống lạnh	288
12.5.1. Phạm vi ứng dụng	288
12.5.2. Thể hiện	288
12.5.3. Các thí dụ minh họa	292
12.6. Các ký hiệu công thức, đơn vị, kí hiệu đầu và chân	305
<i>Tài liệu tham khảo</i>	313
<i>Mục lục</i>	314



## TÌM ĐỌC

- Nguyễn Đức Lợi  
HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ HỆ THỐNG LẠNH  
NXB Khoa học và kỹ thuật - 2002
- Nguyễn Đức Lợi  
HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỀU HOÀ KHÔNG KHÍ  
NXB Khoa học và kỹ thuật - 2003
- Nguyễn Đức Lợi  
SỬA CHỮA MÁY LẠNH VÀ ĐIỀU HOÀ KHÔNG KHÍ  
NXB Khoa học và kỹ thuật - 2003
- Nguyễn Đức Lợi - Hà Mạnh Thư  
TỪ ĐIỂN KỸ THUẬT LẠNH VÀ ĐIỀU HOÀ KHÔNG KHÍ (Anh - Việt - Pháp)  
NXB Khoa học và kỹ thuật - 1998
- Nguyễn Đức Lợi  
TỰ ĐỘNG HOÁ HỆ THỐNG LẠNH  
NXB Giáo dục - 2003
- Nguyễn Đức Lợi - Phạm Văn Tuy  
KỸ THUẬT LẠNH CƠ SỞ  
NXB Giáo dục - 2002
- Nguyễn Đức Lợi - Phạm Văn Tuy  
MÁY VÀ THIẾT BỊ LẠNH  
NXB Giáo dục - 2002
- Nguyễn Đức Lợi - Phạm Văn Tuy  
BÀI TẬP KỸ THUẬT LẠNH  
NXB Giáo dục - 1998
- Nguyễn Đức Lợi - Phạm Văn Tuy  
MÔI CHẤT LẠNH  
NXB Giáo dục - 1998
- Nguyễn Đức Lợi - Phạm Văn Tuy - Đinh Văn Thuận  
KỸ THUẬT LẠNH ỨNG DỤNG  
NXB Giáo dục - 2003
- Nguyễn Đức Lợi - Vũ Diễm Hương - Nguyễn Khắc Xương  
VẬT LIỆU KỸ THUẬT NHIỆT VÀ KỸ THUẬT LẠNH  
NXB Giáo dục - 1998

1.200

*Chịu trách nhiệm xuất bản :*

Chủ tịch HĐQT kiêm Tổng Giám đốc NGÔ TRẦN ÁI  
Phó Tổng Giám đốc kiêm Tổng biên tập NGUYỄN QUÝ THAO

*Biên tập lần đầu :*

NGÔ THANH BÌNH

*Biên tập tái bản :*

TRẦN NGỌC KHÁNH

*Trình bày bìa :*

ĐOÀN HỒNG

*Sửa bản in :*

NGUYỄN MINH THƯ

*Chế bản :*

TRẦN THU HƯƠNG

---

## **TỰ ĐỘNG HÓA HỆ THỐNG LẠNH**

**Mã số: 7B409T6 - DAI**

In 1.000 bản, khổ 19 x 27cm, tại Xí nghiệp in Hà Tây.  
Số in: 37/DAI; Số xuất bản: 04 - 2006/CXB/54 - 1860/GD.

In xong và nộp lưu chiểu tháng 7 năm 2006.





*Giá: 33.500 đ*