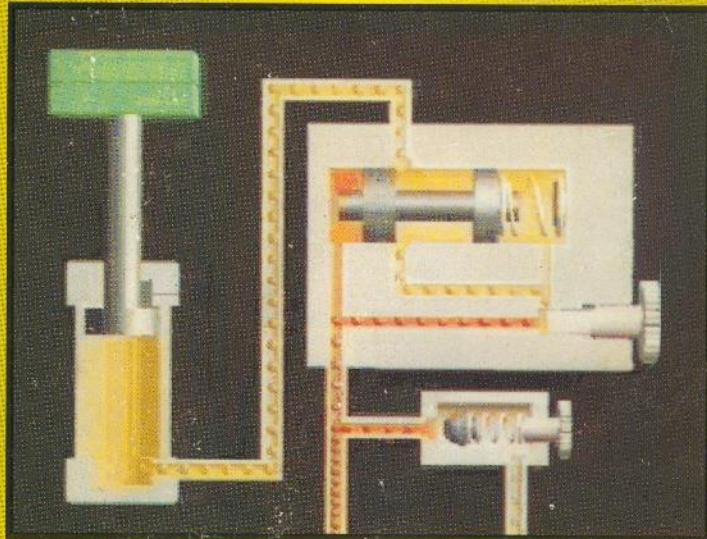


NGUYỄN NGỌC PHƯƠNG
HUỲNH NGUYỄN HOÀNG

HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN BẰNG THỦY LỰC

(LÝ THUYẾT VÀ CÁC ỨNG DỤNG THỰC TẾ)



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

NGUYỄN NGỌC PHƯƠNG
HUỲNH NGUYỄN HOÀNG

HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN BẰNG THỦY LỰC

(LÝ THUYẾT VÀ CÁC ỨNG DỤNG THỰC TẾ)

(Tái bản lần thứ hai)

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

LỜI GIỚI THIỆU

Cuốn sách này là một tác phẩm chuẩn, cần được đưa vào thư viện sách chuyên môn của mỗi giáo viên dạy nghề, kỹ thuật viên và kỹ sư. Cuốn sách Hệ thống điều khiển bằng thủy lực là phần bổ sung tiếp theo cho cuốn Hệ thống điều khiển bằng khí nén đã được xuất bản.

Cả hai cuốn sách là một phần kết quả của nhiều năm dài hợp tác khoa học kỹ thuật giữa GTZ (Tổ chức hợp tác khoa học kỹ thuật – CHLB Đức) và Việt Nam.

Chúng tôi lòng biết ơn những kiến thức chuyên môn và sự tận tâm làm việc của đồng nghiệp chúng tôi, Tiến sĩ Nguyễn Ngọc Phương và Thạc sĩ Huỳnh Nguyễn Hoàng. Qua đây chúng tôi chân thành cảm ơn Ban Giám hiệu Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật, thành phố Hồ Chí Minh đã tạo điều kiện tốt để hoàn thành cuốn sách, mở ra triển vọng cho sự hợp tác tốt đẹp với GTZ trong thời gian tới.

Kỹ thuật lưu chất là một trong những kỹ thuật then chốt trên con đường tiến đến công nghiệp hóa ở Việt Nam. Điều khiển bằng lưu chất - thủy lực cũng như khí nén có thể thấy trong các máy móc và quy trình sản xuất tự động để tăng năng suất và giảm nhẹ sức lao động của con người. Nó được ứng dụng rộng rãi trong các lĩnh vực sản xuất nông nghiệp, ngành chế biến thực phẩm, ngành chế biến gỗ, cơ khí, xây dựng, kỹ thuật điện...

Đó là ý nghĩa chính của bộ sách này.

TP. Hồ Chí Minh, ngày 07.08.2000

Cố vấn dự án GTZ



ALOIS MAILLY

LỜI NÓI ĐẦU

Tự động hóa quá trình sản xuất và tự động hóa quá trình công nghệ là yêu cầu bức thiết của quá trình chuyển tiếp từ cách mạng khoa học - kỹ thuật sang cách mạng khoa học - công nghệ từ nửa cuối thế kỷ 20 và tự động hóa công nghệ cao của thế kỷ 21.

Để thực hiện công nghiệp hóa và hiện đại hóa nền kinh tế Việt Nam trong tương lai tới thì trình độ công nghệ của sản xuất phải được đánh giá bằng chỉ tiêu công nghệ tiên tiến và tự động hóa. Chỉ tiêu công nghệ tiên tiến và tự động hóa được thể hiện qua trang thiết bị, máy móc, công cụ và kỹ thuật điều khiển nó để tự động hóa quá trình sản xuất.

Với mức độ tự động của thiết bị, chất lượng chế tạo cao, mà cụ thể là độ chính xác cao, độ tin cậy lớn... thì các máy và cụm kết cấu được dùng là truyền động cơ khí - thủy lực - khí nén - điện. Các thông tin truyền dưới dạng các năng lượng đó phải là tín hiệu tương tự, nhị phân và tín hiệu số, được xử lý với vận tốc nhanh.

Những trang thiết bị trình độ cao này, đã được chuyển giao công nghệ vào Việt Nam một phần và trong tương lai sẽ còn tiếp tục phát triển. Vấn đề được khai thác tối ưu, thích nghi, hoàn thiện và mở rộng, để đảm bảo quá trình sản xuất ổn định có hiệu quả kinh tế, có sức cạnh tranh thị trường, thì đòi hỏi phải có kiến thức mới về tự động hóa.

Truyền động thủy lực làm việc với công suất cao và tải trọng lớn, yêu cầu không gian lắp ráp nhỏ, dễ dàng điều chỉnh nhanh chóng và chính xác. Xilanh thủy lực có kết cấu đơn giản và hiệu quả kinh tế hơn so với các truyền động cơ khí khác. Sự kết hợp của những ưu điểm này mở ra một phạm vi ứng dụng rộng rãi cho thủy lực trong ngành cơ khí chế tạo máy, cơ khí động lực và ngành hàng không.

Cuốn sách *Hệ thống điều khiển bằng thủy lực* được soạn thảo cho các đối tượng sinh viên của các trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật, Đại học Kỹ thuật, các trường Cao đẳng Kỹ thuật, các kỹ sư và giáo viên dạy nghề.

Cuốn sách gồm có 10 chương và phần phụ lục. Trong giảng dạy để có hệ thống, có thể chia cuốn sách thành 2 phần (2 modul):

- **Phần 1 : Hệ THỐNG ĐIỀU KHIỂN BẰNG THỦY LỰC** (chương 1÷ chương 4);
- **Phần 2 : Hệ THỐNG ĐIỀU KHIỂN BẰNG ĐIỆN-THỦY LỰC** (chương 5 ÷ chương 10).

Phản thí nghiệm xác định đặc tính các phần tử thủy lực và các ví dụ ứng dụng được thực hiện tại Phòng thí nghiệm điều khiển thủy lực, Trung tâm Việt - Đức, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật, TP. Hồ Chí Minh.

Cuốn sách trình bày một cách có hệ thống kiến thức về lĩnh vực thủy lực, điện - thủy lực, từ các khái niệm cơ bản đến các phương pháp thiết kế điều khiển bằng thủy lực mới nhất hiện đang ứng dụng tại CHLB Đức.

Để cuốn sách "Hệ thống điều khiển bằng thủy lực" được hoàn thành, các tác giả xin chân thành cảm ơn Hãng FESTO, đặc biệt là ông Tiến sĩ Nader Imani, Trưởng phòng Dự án quốc tế - khu vực châu Á đã cung cấp tài liệu trong quá trình viết.

Các tác giả cảm ơn chuyên gia Alois Mailly, cố vấn cho Tổ chức hợp tác khoa học và kỹ thuật (GTZ), CHLB Đức tại Việt Nam đã định hướng và cung cấp thông tin kỹ thuật về hệ thống điều khiển bằng thủy lực để thực hiện viết cuốn sách này.

Các tác giả cảm ơn Kỹ sư Hồ Vĩnh An, trưởng Bộ môn Cơ khí, Trung tâm Việt - Đức, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật, TP. Hồ Chí Minh cộng tác trong quá trình thực hiện các bài thí nghiệm về "Van thủy lực tuyển tính".

Các tác giả đã làm việc với một tinh thần khẩn trương và trách nhiệm, song quá trình biên soạn không tránh khỏi thiếu sót, mong nhận được ý kiến phản hồi từ bạn đọc để hoàn chỉnh cuốn sách này trong lần xuất bản tiếp theo.

Thư góp ý xin gửi về Khoa Cơ khí Chế tạo máy, ĐT: 8 960986 hoặc Trung tâm Việt - Đức, ĐT: 8 964575, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật, TP. Hồ Chí Minh và Chi nhánh Nhà xuất bản Giáo dục, 231 Nguyễn Văn Cừ, Q.5, TP. Hồ Chí Minh.

Thành phố Hồ Chí Minh, tháng 07 năm 2000

CÁC TÁC GIẢ

CHƯƠNG 1

CƠ SỞ LÝ THUYẾT

I. NHỮNG ƯU ĐIỂM VÀ NHƯỢC ĐIỂM CỦA HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN BẰNG THỦY LỰC

1. Ưu điểm

- Truyền được công suất cao và lực lớn nhờ các cơ cấu tương đối đơn giản, hoạt động với độ tin cậy cao nhưng đòi hỏi ít về chăm sóc, bảo dưỡng.
- Điều chỉnh được vận tốc làm việc tinh và không cấp, dễ thực hiện tự động hóa theo điều kiện làm việc hay theo chương trình cho sẵn.
- Kết cấu gọn nhẹ, vị trí của các phần tử dẫn và bị dẫn không lệ thuộc với nhau, các bộ phận nối thường là những đường ống dễ đổi chỗ.
- Có khả năng giảm khối lượng và kích thước nhờ chọn áp suất thủy lực cao.
- Nhờ quán tính nhỏ của bơm và động cơ thủy lực, nhờ tính chịu nén của dầu nên có thể sử dụng ở vận tốc cao mà không sợ bị va đập mạnh như trong trường hợp cơ khí hay điện.
- Dễ biến đổi chuyển động quay của động cơ thành chuyển động tịnh tiến của cơ cấu chấp hành.
- Dễ đề phòng quá tải nhờ van an toàn.
- Dễ theo dõi và quan sát bằng áp kế, kể cả các hệ phức tạp, nhiều mạch.
- Tự động hóa đơn giản, kể cả các thiết bị phức tạp, bằng cách dùng các phần tử tiêu chuẩn hóa.

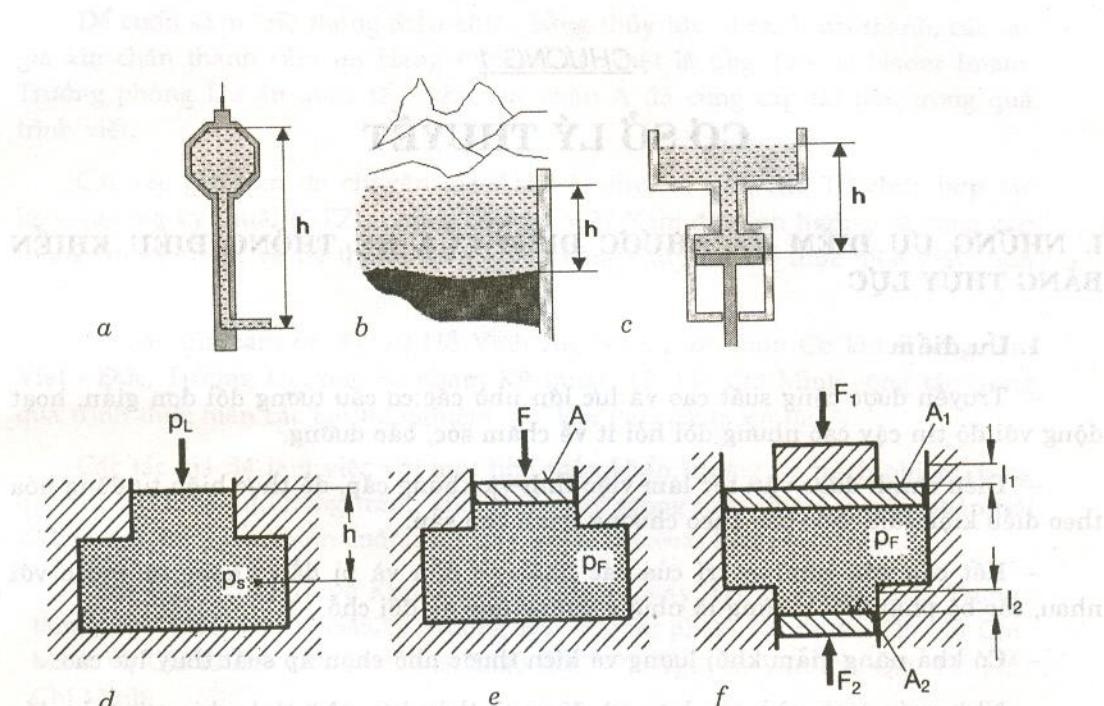
2. Nhược điểm

- Mất mát trong đường ống dẫn và rò rỉ bên trong các phần tử, làm giảm hiệu suất và hạn chế phạm vi sử dụng.
- Khó giữ được vận tốc không đổi khi phụ tải thay đổi do tính nén được của chất lỏng và tính đàn hồi của đường ống dẫn.
- Khi mới khởi động, nhiệt độ của hệ thống chưa ổn định, vận tốc làm việc thay đổi do độ nhớt của chất lỏng thay đổi.

II. ĐỊNH LUẬT CỦA CHẤT LỎNG

1. Áp suất thủy tĩnh

Trong các chất lỏng, áp suất (áp suất do trọng lượng và áp suất do ngoại lực) tác động lên mỗi phần tử chất lỏng không phụ thuộc vào hình dạng thùng chứa, xem hình 1-1 và hình 1-2.



Hình 1-1 Áp suất thủy tĩnh

Tại hình 1-1 d, ta có: $p_s = h.g.\rho + p_L$

Tại hình 1-1 e, ta có: $p_F = \frac{F}{A}$

Tại hình 1-1 f, ta có: $\frac{F_1}{A_1} = p_F = \frac{F_2}{A_2}$ và $\frac{l_2}{l_1} = \frac{A_1}{A_2} = \frac{F_1}{F_2}$

Trong đó: ρ - khối lượng riêng của chất lỏng;

h - chiều cao của cột nước;

g - gia tốc trọng trường;

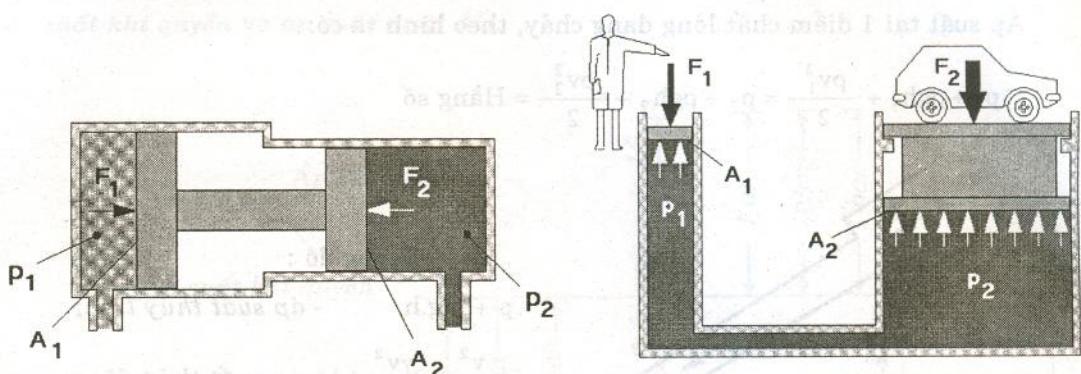
p_s - áp suất do lực trọng trường;

p_L - áp suất khí quyển;

p_F - áp suất của tải trọng ngoài;

A - diện tích bề mặt tiếp xúc;

F - tải trọng ngoài.



Hình 1-2 Khuếch đại áp suất

2. Phương trình dòng chảy liên tục (hình 1-3)

Lưu lượng chảy trong đường ống từ vị trí 1 đến vị trí 2 là không đổi. Lưu lượng Q của chất lỏng qua mặt cắt S của ống bằng nhau trong toàn ống (điều kiện liên tục). Ta có phương trình dòng chảy như sau:

$$Q = S \cdot v = \text{Hằng số}$$

với v là vận tốc chảy trung bình qua mặt cắt S.

Trong đó:

Q - lưu lượng dòng chảy tại vị trí 1

và vị trí 2 [m³/s]

*v*₁ - vận tốc dòng chảy tại vị trí 1 [m/s]

*v*₂ - vận tốc dòng chảy tại vị trí 2 [m/s]

A₁ - tiết diện dòng chảy tại vị trí 1 [m²]

A₂ - tiết diện dòng chảy tại vị trí 2 [m²]

Nếu tiết diện chảy là hình tròn,

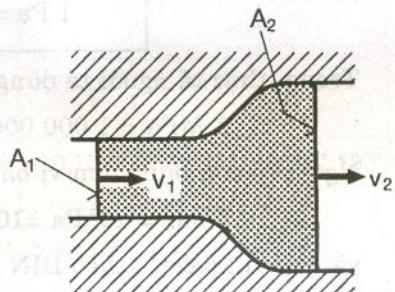
ta viết được như sau:

$$v_1 \cdot \frac{d_1^2 \cdot \pi}{4} = v_2 \cdot \frac{d_2^2 \cdot \pi}{4}$$

Vận tốc dòng chảy tại vị trí 2:

$$v_2 = v_1 \cdot \frac{d_1^2}{d_2^2} = v_1 \cdot \sqrt{\frac{d_1}{d_2}}$$

Trong đó : d₁, d₂ là đường kính ống tại vị trí 1 và vị trí 2.

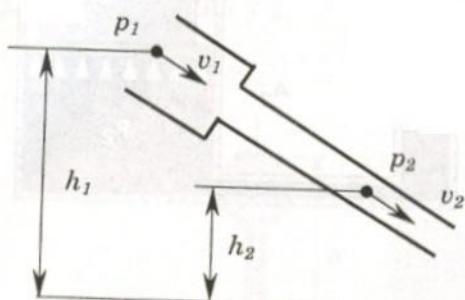


Hình 1-3 Dòng chảy liên tục

3. Phương trình Bernulli (hình 1-4)

Áp suất tại 1 điểm chất lỏng đang chảy, theo hình ta có:

$$p_1 + \rho gh_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} = p_2 + \rho gh_2 + \frac{\rho v_2^2}{2} = \text{Hằng số}$$



Trong đó :

$$p + \rho g h \quad - \text{áp suất thủy tĩnh;}$$

$$\rho \frac{v^2}{2} = \frac{\gamma v^2}{2g} \quad - \text{áp suất thủy động;}$$

$$\gamma = \rho g \quad - \text{trọng lượng riêng.}$$

Hình 1-4 Phương trình Bernulli

III. ĐƠN VỊ ĐO CÁC ĐẠI LƯỢNG CƠ BẢN

1. Áp suất

Đơn vị cơ bản của áp suất theo Hệ đo lường SI là Pascal (Pa).

1 Pascal (Pa) là áp suất phân bố đều lên bề mặt có diện tích 1m^2 với lực tác động vuông góc lên bề mặt đó là 1 Newton (N).

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ kg m/s}^2/\text{m}^2 = 1 \text{ kg/ms}^2$$

Trong thực tế người ta dùng đơn vị bội số của Pascal là Megapascal (MPa).

$$1 \text{ MPa} = 1\,000\,000 \text{ Pa}$$

Ngoài ra còn dùng đơn vị bar :

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 100000 \text{ Pa}$$

và đơn vị kp/cm² (theo DIN – tiêu chuẩn Cộng hòa Liên bang Đức)

$$1 \text{ kp/cm}^2 = 0,980665 \text{ bar} = 0,981 \text{ bar}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ bar} &= 1,01972 \text{ kp/cm}^2 \\ &= 1,02 \text{ kp/cm}^2 \end{aligned}$$

Đơn vị kG/cm² tương đương kp/cm².

Người ta thường lấy gần đúng 1 bar = 1 kp/cm² = 1 at

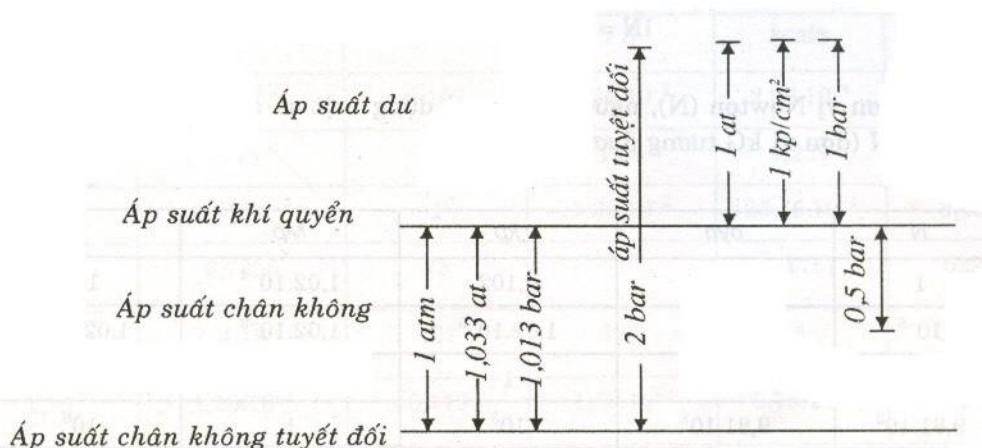
Ngoài ra một số nước (Anh, Mỹ) còn sử dụng đơn vị đo áp suất :

Pound (0,4536 kg) per square inch ($6,4521 \text{ cm}^2$)

Ký hiệu lbf/in² (psi)

$$1 \text{ bar} = 14,5 \text{ psi} \quad 1 \text{ psi} = 0,06895 \text{ bar}$$

Theo hình 1-5 áp suất ghi trên tất cả các áp kế là **hiệu áp suất** của **áp suất tuyệt đối** và **áp suất khí quyển**. Áp suất ghi trên tất cả các chân không kế là **hiệu áp suất** của **áp suất khí quyển** và **áp suất tuyệt đối**.



Hình 1-5 Phân biệt các loại áp suất

Bảng 1.1 biểu thị mối tương quan của các đơn vị đo áp suất khác nhau.

* **BẢNG 1.1**

Áp suất	Pa	bar	mbar	at kp/cm ²	mmWS kp/m ²	Torr mm Hg	psi	atm
1Pa 1 N/m ²	1	$1,000 \cdot 10^{-5}$	$1,000 \cdot 10^{-2}$	$1,02 \cdot 10^{-5}$	0,102	$7,50 \cdot 10^{-3}$	$1,45 \cdot 10^{-4}$	$0,987 \cdot 10^{-5}$
1 bar	$1,000 \cdot 10^5$	1	$1,000 \cdot 10^3$	1,02	$1,02 \cdot 10^4$	$0,75 \cdot 10^3$	1,45.10	0,987
1 mbar	$1,000 \cdot 10^2$	$1,000 \cdot 10^{-3}$	1	$1,02 \cdot 10^{-3}$	1,02.10	0,75	$1,45 \cdot 10^{-2}$	$0,987 \cdot 10^{-3}$
1 at 1kp/cm ²	$0,981 \cdot 10^5$	0,981	$9,81 \cdot 10^2$	1	$1,000 \cdot 10^4$	$7,36 \cdot 10^2$	$1,42 \cdot 10^{-2}$	0,987
1mmWS 1 kp/m ²	9,81	$0,981 \cdot 10^{-4}$	$9,81 \cdot 10^{-2}$	$1,000 \cdot 10^{-4}$	1	$7,36 \cdot 10^{-2}$	$1,42 \cdot 10^{-3}$	$9,68 \cdot 10^{-5}$
1mmHg	$1,33 \cdot 10^2$	$1,33 \cdot 10^{-3}$	1,33	$1,36 \cdot 10^{-3}$	1,36.10	1	$1,934 \cdot 10^{-2}$	$1,32 \cdot 10^{-3}$
1 Torr								
1 psi	$6,895 \cdot 10^3$	$6,895 \cdot 10^{-2}$	6,895.10	$7,033 \cdot 10^{-2}$	$7,033 \cdot 10^2$	5,171.10	1	$6,805 \cdot 10^{-2}$
1 atm	$1,013 \cdot 10^5$	1,013	$1,013 \cdot 10^3$	1,033	$1,033 \cdot 10^4$	$7,6 \cdot 10^2$	$1,469 \cdot 10^{-2}$	1

2. Lực

Đơn vị của lực là Newton (N). 1 Newton (N) là lực tác động lên đối tượng có khối lượng 1 kg với vận tốc 1 m/s^2 .

$$1\text{N} = 1 \frac{\text{kg}\cdot\text{m}}{\text{s}^2}$$

Ngoài đơn vị Newton (N), người ta còn sử dụng một số đơn vị khác về lực (*bảng 1.2*) theo DIN (đơn vị kG tương đương với kp).

BẢNG 1.2

<i>N</i>	<i>dyn</i>	<i>kP</i>	<i>Mp</i>	<i>P</i>
1	10^5	0,102	$1,02 \cdot 10^{-4}$	102
10^{-5}	1	$1,02 \cdot 10^{-6}$	$1,02 \cdot 10^{-9}$	$1,02 \cdot 10^{-3}$
9,81	$9,81 \cdot 10^5$	1	10^{-3}	10^3
$9,81 \cdot 10^3$	$9,81 \cdot 10^8$	10^3	1	10^6
$9,81 \cdot 10^{-3}$	981	10^{-3}	10^{-6}	1

3. Công

Đơn vị của công là Joule (J). 1 Joule (J) là công sinh ra dưới tác động của lực 1 N để vật dịch chuyển quãng đường 1m.

$$1\text{J} = 1\text{Nm}$$

$$1\text{J} = 1 \frac{\text{m}^2\text{kg}}{\text{s}^2}$$

Bảng 1.3 biểu thị mối liên hệ giữa các đơn vị đo về công (đơn vị kGm tương đương với kpm).

BẢNG 1.3

<i>J</i>	<i>erg</i>	<i>kpm</i>	<i>kWh</i>	<i>kcal</i>	<i>eV</i>
1	10^7	0,102	$2,78 \cdot 10^{-7}$	$2,39 \cdot 10^{-4}$	$6,24 \cdot 10^{18}$
10^{-7}	1	$1,02 \cdot 10^{-8}$	$2,78 \cdot 10^{-14}$	$2,39 \cdot 10^{-11}$	$6,24 \cdot 10^{11}$
9,81	$9,81 \cdot 10^7$	1	$2,72 \cdot 10^{-6}$	$2,34 \cdot 10^{-3}$	$6,12 \cdot 10^{19}$
$3,60 \cdot 10^6$	$3,60 \cdot 10^{13}$	$3,67 \cdot 10^5$	1	860	$2,25 \cdot 10^{25}$
4187	$4,19 \cdot 10^{10}$	427	$1,16 \cdot 10^{-3}$	1	$2,61 \cdot 10^{22}$
$1,6 \cdot 10^{-19}$	$1,6 \cdot 10^{-12}$	$1,63 \cdot 10^{-20}$	$4,45 \cdot 10^{-26}$	$3,83 \cdot 10^{-23}$	1

4. Công suất

Đơn vị của công suất là Watt (W). 1 Watt (W) là công suất trong thời gian 1 s, sinh ra năng lượng 1 J.

$$1\text{ W} = 1\text{ Nm/s}$$

$$1\text{ W} = 1 \frac{\text{m}^2\text{kg}}{\text{s}^3}$$

Bảng 1.4 biểu thị theo DIN mối liên hệ giữa các đơn vị đo về công suất (đơn vị kGm/s tương đương kpm/s; đơn vị mã lực CV tương đương với PS).

BẢNG 1.4

W	kW	kpm/s	PS	$kcal/s$	$kcal/h$
1	10^{-3}	0,102	$1,36 \cdot 10^{-3}$	$2,39 \cdot 10^{-4}$	0,86
10^3	1	102	1,36	0,239	860
9,81	$9,81 \cdot 10^{-3}$	1	$1,33 \cdot 10^{-2}$	$23,45 \cdot 10^{-4}$	8,43
735,5	0,7355	75	1	0,1757	622
4187	4,19	427	5,69	1	3600
1,16	$1,16 \cdot 10^{-3}$	0,119	$1,58 \cdot 10^{-3}$	$2,78 \cdot 10^{-4}$	1

IV. SO SÁNH CÁC LOẠI TRUYỀN ĐỘNG

Trong bảng 1-5 trình bày các dạng năng lượng và so sánh chúng trong truyền động.

BẢNG 1.5

Tiêu chuẩn	Thủy lực	Khí nén	Điện tử	Cơ học
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Mang năng lượng	Dầu	Khí nén	Electron	Trục; bánh răng; xích
Truyền năng lượng	Ống dẫn, dầu nối	Ống dẫn, dầu nối	Dây điện	Trục, bánh răng
Tạo ra năng lượng hoặc chuyển đổi thành dạng năng lượng khác	Bơm, xilanh truyền lực, động cơ thủy lực	Máy nén khí, xilanh truyền lực, động cơ khí nén.	Máy phát điện, động cơ điện, pin, ắc quy	Trục, bánh răng, đai truyền, xích truyền.
Các đại lượng cơ bản	Áp suất p (400bar), lưu lượng q (m^3/h)	Áp suất p (khoảng 6 bar), lưu lượng q (m^3/h)	Hiệu điện thế u, cường độ dòng điện I	Lực, mômen xoắn, vận tốc, số vòng quay.
Công suất	Rất tốt, áp suất đến khoảng 400 bar, kết cấu gọn nhỏ, giá cả phù hợp.	Tốt bị giới hạn bởi áp suất làm việc khoảng 6 bar.	Tốt, trọng lượng động cơ điện có cùng công suất lớn hơn 10 lần so với động cơ thủy lực. Sự đóng mở của các tiếp điểm thuận lợi hơn so với van đảo chiều.	Tốt, bởi vì không có chuyển đổi năng lượng. Bị giới hạn trong lĩnh vực điều khiển và điều chỉnh.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Độ chính xác của vị trí (hành trình)	Rất tốt, bởi vì dầu không có độ đàn hồi.	Ít tốt hơn bởi vì khí nén có độ đàn hồi.	Tốt, độ trễ nhỏ.	Rất tốt, khả năng ăn khớp truyền động.
Hiệu suất	Vừa phải, tổn thất thể tích, ma sát ở truyền động, chuyển đổi năng lượng, tổn thất áp suất van	Tính chất khí nén có ảnh hưởng trong quá trình truyền tải	Vừa phải.	Tổn thất lớn.
Khả năng điều khiển và điều chỉnh	Rất tốt với các loại van và bơm điều chỉnh được lưu lượng. Cơ cấu servo. Kết hợp tốt với điện - điện tử.	Điều khiển linh hoạt. Khó điều chỉnh do ảnh hưởng bởi độ đàn hồi của khí nén	Công suất tiêu thụ thấp, rất tốt.	Ít linh hoạt, khó điều chỉnh.
Khả năng tạo ra chuyển động thẳng	Đơn giản bởi xilanh truyền lực.	Đơn giản.	Thông qua động cơ.	Đơn giản thông qua trực.
Khả năng ứng dụng	Chuyển động thẳng ở các máy sản xuất.	Lắp ráp. Dây chuyền tự động.	Truyền động quay. Tịnh tiến.	Truyền động khoảng cách ngắn.

V. PHẠM VI ỨNG DỤNG

Hệ thống điều khiển bằng thủy lực được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp. Một số lĩnh vực sau minh họa cho ứng dụng, xem *hình 1-6*.

VI. TỔN THẤT TRONG HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN BẰNG THỦY LỰC.

Trong hệ thống thủy lực có các loại tổn thất sau:

1. Tổn thất thể tích

Tổn thất thể tích là do dầu thủy lực chảy qua các khe hở trong các phần tử của hệ thống. Áp suất càng lớn, vận tốc càng nhỏ và độ nhớt càng nhỏ thì tổn thất thể tích càng lớn. Tổn thất thể tích đáng kể nhất là ở các cơ cấu biến đổi năng lượng.

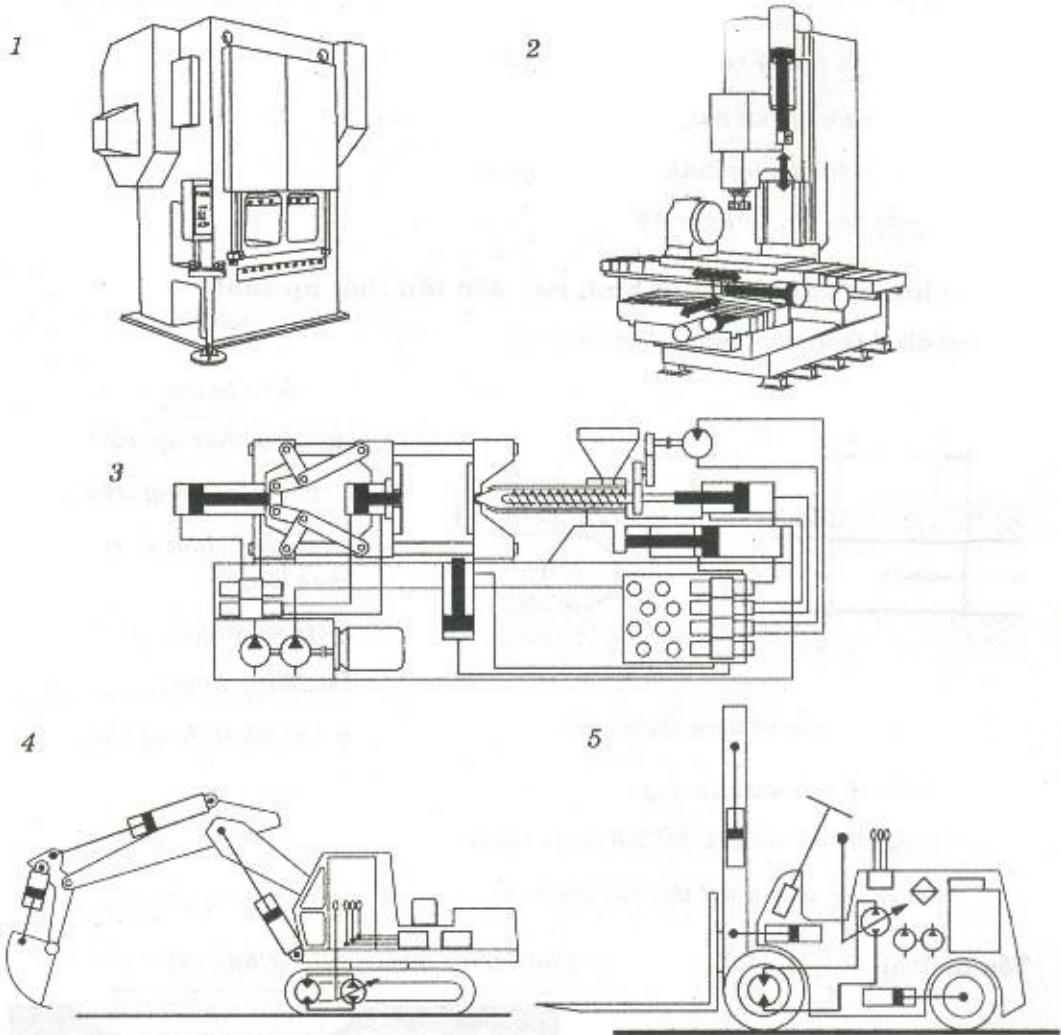
2. Tổn thất cơ khí

Tổn thất cơ khí là do ma sát giữa các chi tiết có chuyển động tương đối với nhau.

3. Tổn thất áp suất

Tổn thất áp suất là sự giảm áp suất do lực cản trên đường chuyển động của dầu từ bơm đến cơ cấu chấp hành. Tổn thất đó phụ thuộc vào những yếu tố khác nhau:

- Chiều dài ống dẫn
- Độ nhẵn thành ống



Hình 1-6 Phạm vi ứng dụng của truyền động thủy lực
 1. Máy dập; 2. Máy phay; 3. Máy ép nhựa;
 4. Máy xúc; 5. Máy nâng chuyển

- Độ lớn tiết diện ống dẫn
- Tốc độ dòng chảy
- Sự thay đổi tiết diện
- Trọng lượng riêng, độ nhớt.

Nếu áp suất vào hệ thống là p_0 và p_1 là áp suất ra, thì tổn thất áp suất được biểu thị bằng:

$$\Delta p = p_0 - p_1 = 10 \cdot \zeta \cdot \frac{\rho}{2g} v^2 \frac{1}{d} (\text{N/m}^2) = 10^{-4} \cdot \zeta \cdot \frac{\rho}{2g} v^2 \frac{1}{d} (\text{bar})$$

Trong đó:

ρ - khối lượng riêng của dầu [914 kg/m³]

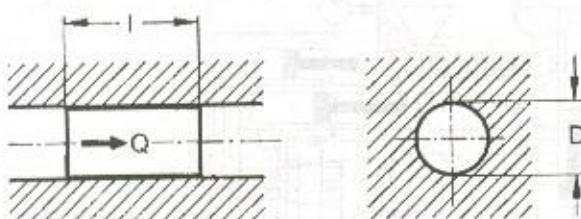
g - gia tốc trọng trường [9,81 m/s²]

v - vận tốc trung bình của dầu [m/s]

ζ - hệ số tổn thất cục bộ

4. Ảnh hưởng các thông số hình học đến tổn thất áp suất

a) Tiết diện dạng tròn (hình 1-7 và hình 1-8)



Nếu ta gọi :

Δp - tổn thất áp suất.

l - chiều dài ống dẫn.

ρ - khối lượng riêng chất lỏng.

Q - lưu lượng.

D - đường kính.

v - độ nhớt động học.

Hình 1-7 Dạng tiết diện tròn

λ - hệ số ma sát của ống.

λ_{LAM} - hệ số ma sát đối với chảy tầng.

λ_{TURB} - hệ số ma sát đối với chảy rối.

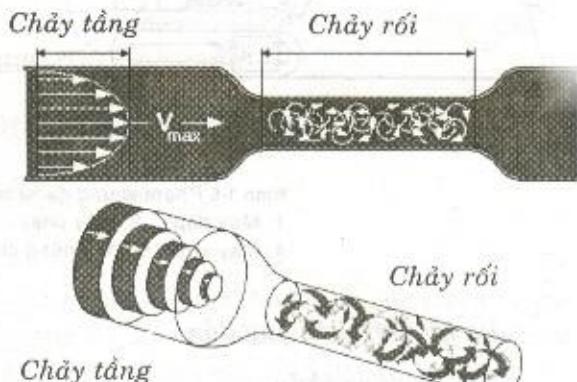
$$\text{Tổn thất: } \Delta p = \frac{8}{\pi^2} \cdot \lambda \cdot \frac{l \cdot \rho \cdot Q^2}{D^5}$$

$$\lambda = \lambda_{LAM} - \frac{256}{\pi} \cdot \frac{D \cdot v}{Q}$$

$$\lambda = \lambda_{TURB} \frac{0,316}{\sqrt[4]{\frac{4}{\pi} \cdot \frac{Q}{D \cdot v}}}$$

Số Reynold:

$$\frac{4}{\pi} \cdot \frac{Q}{Dv} > 3000$$



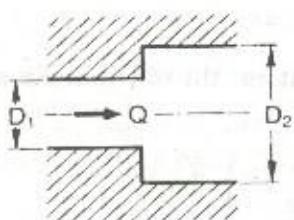
Hình 1-8 Chảy tầng và chảy rối trong ống dẫn

b) Tiết diện thay đổi lớn đột ngột (hình 1-9)

$$\Delta p = \left(1 - \frac{D_1^2}{D_2^2}\right)^2 \cdot \frac{8}{\pi^2} \cdot \frac{\rho \cdot Q^2}{D_1^4}$$

D_1 - đường kính ống dẫn vào.

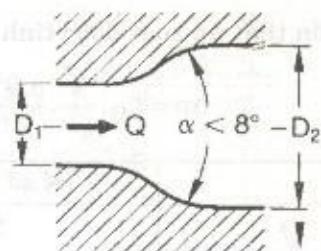
D_2 - đường kính ống dẫn ra.



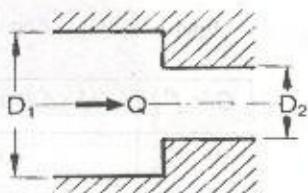
Hình 1-9 Tiết diện thay đổi lớn đột ngột

c) Tiết diện thay đổi lớn từ tú (hình 1-10)

$$\Delta p = [0,12 \div 0,20] \left[1 - \frac{D_1^4}{D_2^4} \right] \cdot \frac{8}{\pi^2} \cdot \frac{\rho \cdot Q^2}{D_1^4}$$



d) Tiết diện nhỏ đột ngột (hình 1-11)

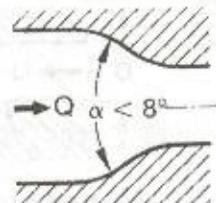


Hình 1-11 Tiết diện nhỏ đột ngột

$$\Delta p = 0,5 \left[1 - \frac{D_2^2}{D_1^2} \right] \cdot \frac{8}{\pi^2} \cdot \frac{\rho \cdot Q^2}{D_1^4}$$

e) Tiết diện nhỏ tú tú (hình 1-12)

$$\Delta p \approx 0$$



f) Vào ống dẫn (hình 1-13)

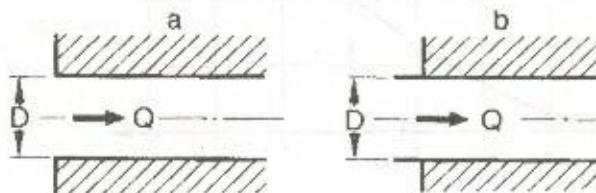
Hình 1-12 Tiết diện nhỏ tú tú

Tổn thất áp suất được tính theo công thức sau:

$$\Delta p = \zeta_E \cdot \frac{8}{\pi^2} \cdot \frac{\rho \cdot Q^2}{D^4}$$

Trong đó hệ số thất thoát ζ_E được chia thành 2 trường hợp a và b, xem bảng sau:

	Cạnh	Hệ số thất thoát ζ_E
a	Sắc	0,5
	Gãy khúc	0,25
	Tròn	0,06
b	Có trước	< 3



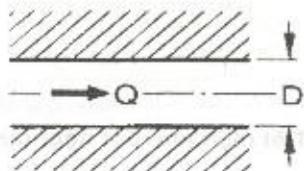
Hình 1-13 Đầu vào ống dẫn

g) Ra ống dẫn (hình 1-14)

Tổn thất áp suất được tính theo công thức sau:

$$\Delta p = \zeta_U \cdot \frac{8}{\pi^2} \cdot \frac{\rho Q^2}{D^4}$$

	Hệ số thất thoát ζ_U
$\frac{4}{\pi} \cdot \frac{Q}{D \cdot v} < 3000$	2
$\frac{4}{\pi} \cdot \frac{Q}{D \cdot v} > 3000$	1

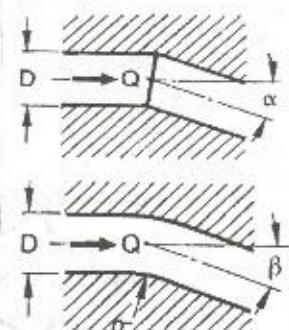


Hình 1-14 Dầu ra ống dẫn

h) Ống dẫn gãy khúc (hình 1-15)

$$\frac{R}{D} \approx 4$$

$$\Delta p = \zeta_U \cdot \frac{8}{\pi^2} \cdot \frac{\rho Q^2}{D^4}$$

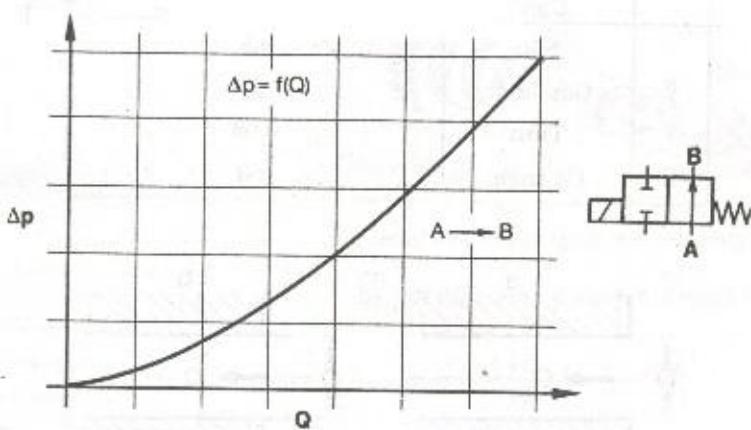


Hình 1-15 Ống dẫn gãy khúc

Góc [°]	Hệ số thất thoát ζ_U
α = 20	0,06
40	0,2
60	0,47
β = 20	0,04
40	0,07
60	0,1
80	0,11
90	0,11

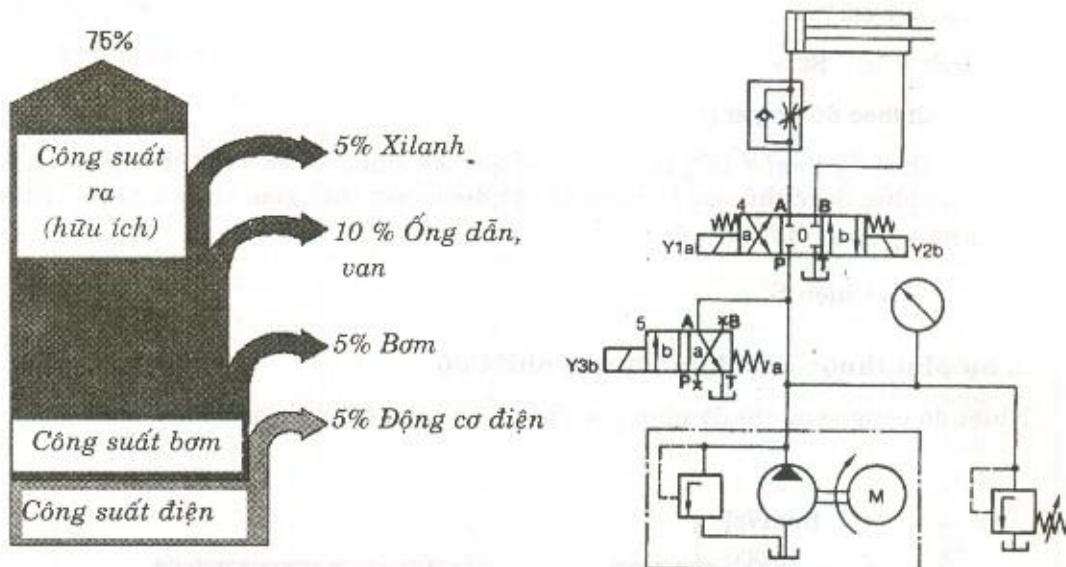
i) Tổn thất áp suất ở van (hình 1-16)

Đối với từng loại van cụ thể, do từng hãng sản xuất, thì sẽ có đường đặc tính tổn thất áp suất cho từng loại van. Tổn thất áp suất ở van theo đồ thị ở hình 1-16.



Hình 1-16 Đồ thị tổn thất áp suất ở van

k) Tốn thất trong hệ thống thủy lực (hình 1-17)



Hình 1-17 Tốn thất trong hệ thống thủy lực

VII. DỘ NHỚT VÀ YÊU CẦU ĐỔI VỚI DẦU THỦY LỰC

1. Độ nhớt

Dộ nhớt là một trong những tính chất quan trọng nhất của chất lỏng. Độ nhớt xác định ma sát trong bản thân chất lỏng và thể hiện khả năng chống biến dạng trượt hoặc biến dạng cắt của chất lỏng. Có 2 loại độ nhớt :

a) Độ nhớt động lực

Dộ nhớt động lực η là lực ma sát tính bằng 1 N tác động trên một đơn vị diện tích bề mặt 1 m^2 của 2 lớp phẳng song song với dòng chảy của chất lỏng, cách nhau 1 m và có vận tốc 1 m/s .

Dộ nhớt động lực η được tính bằng [Pa.s]. Ngoài ra, người ta còn dùng đơn vị poazơ (Poiseuille), viết tắt là P.

$$1P = 0,1 \text{ N.s/m}^2 = 0,010193 \text{ kG.s/m}^2$$

$$1P = 100 \text{ cP (centipoiseuilles)}$$

Trong tính toán kỹ thuật thường dùng số quy tròn:

$$1P = 0,0102 \text{ kG.s/m}^2$$

b) Độ nhớt động

Dộ nhớt động là tỷ số giữa hệ số nhớt động lực η với khối lượng riêng ρ của chất lỏng.

$$\nu = \frac{\eta}{\rho}$$

Đơn vị độ nhớt động là [m^2/s]. Ngoài ra, người ta còn dùng đơn vị stoc (Stoke), viết tắt là St hoặc centistokes, viết tắt là cSt

$$1\text{St} = 1 \text{ cm}^2/\text{s} = 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$1\text{cSt} = 10^{-2} \text{ St} = 1\text{mm}^2/\text{s}$$

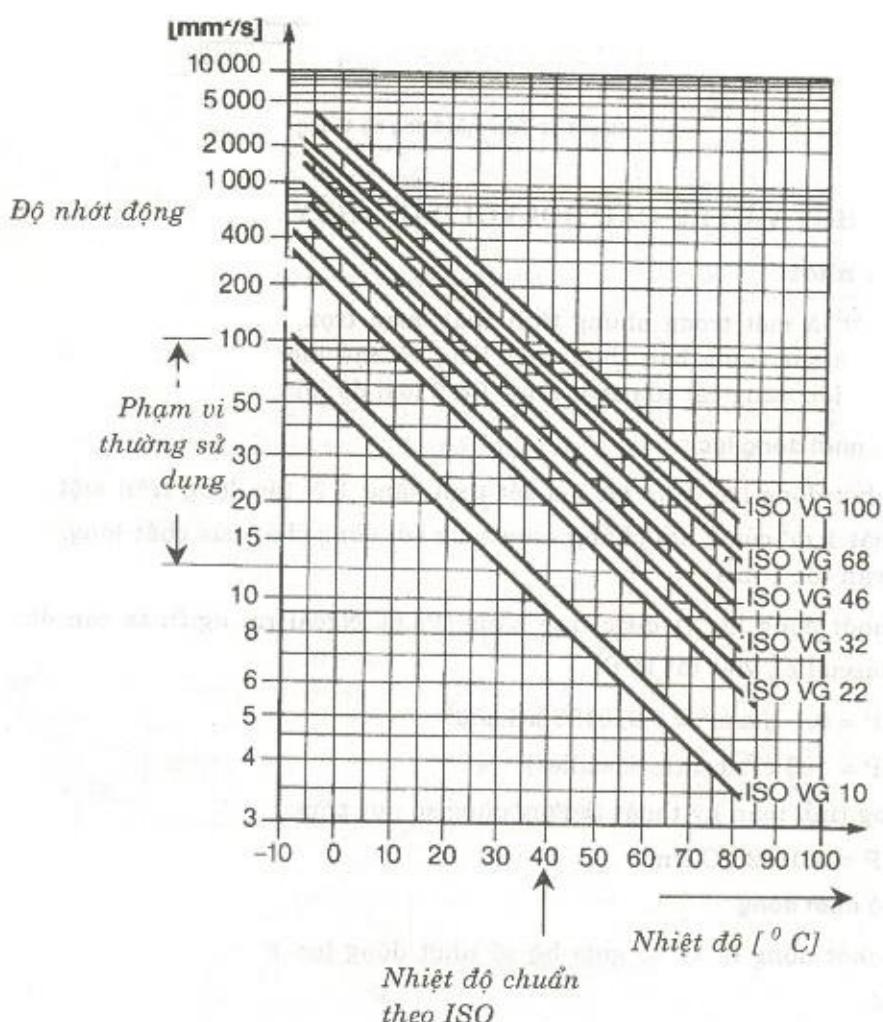
c) Độ nhớt theo độ Engler (E^0)

Độ nhớt theo độ Engler (E^0) là một tỷ số quy ước dùng để so sánh thời gian chảy 200 cm^3 chất lỏng được thử qua lỗ nhớt kín ($\phi 2,8\text{mm}$) với thời gian chảy 200 cm^3 nước chảy qua lỗ này ở nhiệt độ $+20^\circ\text{C}$.

$$\text{Ký hiệu } E^0 = \frac{t}{t_n}$$

2. Sự phụ thuộc của độ nhớt vào nhiệt độ

Nhiệt độ càng tăng thì độ nhớt của chất lỏng càng giảm, xem *hình 1-18*.



Hình 1-18 Quan hệ giữa độ nhớt động và nhiệt độ các loại dầu thường dùng

3. Phân loại độ nhớt theo tiêu chuẩn ISO

Tổ chức tiêu chuẩn hóa Quốc tế (ISO) đã đưa ra một cách phân loại mới về vật liệu bôi trơn.

Phân loại độ nhớt theo ISO được trình bày ở bảng 1.6.

BẢNG 1.6

Ký hiệu theo ISO	Độ nhớt động trung bình ở 40 ⁰ C [mm ² /s]	Độ nhớt động giới hạn ở 40 ⁰ C [mm ² /s]	
		Thấp nhất	Cao nhất
ISO VG 2	2,2	1,98	2,42
ISO VG 3	3,2	2,88	3,52
ISO VG 5	4,6	4,14	5,06
ISO VG 7	6,8	6,12	7,48
ISO VG 10	10	9,00	11,0
ISO VG 15	15	13,5	16,5
ISO VG 22	22	19,8	24,2
ISO VG 32	32	28,8	35,2
ISO VG 46	46	41,4	50,6
ISO VG 68	68	61,2	74,8
ISO VG 100	100	90,0	110
ISO VG 150	150	135	165
ISO VG 220	220	198	242
ISO VG 320	320	288	352
ISO VG 460	460	414	506
ISO VG 680	680	612	748
ISO VG 1000	1000	900	1100
ISO VG 1500	1500	1350	1650

So sánh độ nhớt động theo tiêu chuẩn ISO VG và SAE được trình bày ở bảng 1-7

BẢNG 1-7

ISO VG	SAE
100	30
68	
46	20, 20 W
32	10 W
22	5 W

4. Yêu cầu đối với dầu thủy lực

Những chỉ tiêu cơ bản để đánh giá chất lượng chất lỏng làm việc là độ nhớt, khả năng chịu nhiệt, độ ổn định tính chất hóa học và tính chất vật lý, tính chống giật, tính ăn mòn các chi tiết cao su, khả năng bôi trơn, tính sùi bọt, nhiệt độ bắt lửa, nhiệt độ đông đặc.

Chất lỏng làm việc phải đảm bảo các yêu cầu sau:

- Có khả năng bôi trơn tốt trong khoảng thay đổi lớn nhiệt độ và áp suất;
- Độ nhớt ít phụ thuộc vào nhiệt độ;
- Có tính trung hòa (tính trơ) với các bề mặt kim loại, hạn chế được khả năng xâm nhập của khí, nhưng dễ dàng tách khí ra;
- Phải có độ nhớt thích ứng với điều kiện chấn khít và khe hở của các chi tiết di chuyển, nhằm đảm bảo độ rõ dầu bé nhất, cũng như tổn thất ma sát ít nhất;
- Dầu cần phải ít sùi bọt, ít bốc hơi khi làm việc, ít hòa tan trong nước và không khí, dẫn nhiệt tốt.

Trong những yêu cầu trên, dầu khoáng vật thỏa mãn được đầy đủ nhất. Sau đây là ký hiệu các loại dầu theo DIN 51524 và CETOP:

- H: Dầu khoáng vật có tính trung hòa (tính trơ) với các bề mặt kim loại, hạn chế được khả năng xâm nhập của khí, nhưng dễ dàng tách khí ra.
- L: Dầu khoáng vật có thêm chất phụ gia để tăng tính chất cơ học và hóa học trong thời gian vận hành dài.
- P: Dầu khoáng vật có thêm chất phụ gia để giảm sự mài mòn và khả năng tăng chịu tải trọng lớn.

Thông thường sử dụng dầu khoáng vật :

- HL cho những yêu cầu đơn giản với áp suất làm việc nhỏ hơn 200 bar.
- HLP cho những yêu cầu với áp suất làm việc lớn hơn 200 bar.

CHƯƠNG 2

CUNG CẤP VÀ XỬ LÝ DẦU

I. BƠM VÀ ĐỘNG CƠ DẦU

a) Nguyên lý chuyển đổi năng lượng

Bơm và động cơ dầu là hai thiết bị có chức năng khác nhau. Bơm là phần tử tạo ra năng lượng, còn động cơ dầu là thiết bị tiêu thụ năng lượng này. Tuy thế kết cấu và phương pháp tính toán của bơm và động cơ dầu cùng loại giống nhau.

Bơm dầu là một cơ cấu biến đổi năng lượng, dùng để biến cơ năng thành năng lượng của dầu (dòng chất lỏng). Trong hệ thống dầu ép thường chỉ dùng bơm thể tích, tức là loại bơm thực hiện việc biến đổi năng lượng bằng cách thay đổi thể tích các buồng làm việc: khi thể tích của buồng làm việc tăng, bơm rút dầu, thực hiện chu kỳ hút và khi thể tích của buồng giảm, bơm đẩy dầu ra thực hiện chu kỳ nén. Tùy thuộc vào lượng dầu do bơm đẩy ra trong một chu kỳ làm việc, ta có thể phân ra hai loại bơm thể tích:

- Bơm có lưu lượng cố định, gọi tắt là bơm cố định.
- Bơm có lưu lượng có thể điều chỉnh, gọi tắt là bơm điều chỉnh.

Những thông số cơ bản của bơm là lưu lượng và áp suất.

Động cơ dầu là thiết bị dùng để biến năng lượng của dòng chất lỏng thành động năng quay trên trục động cơ. Quá trình biến đổi năng lượng là dầu có áp suất được đưa vào buồng công tác của động cơ. Dưới tác dụng của áp suất, các phần tử của động cơ quay.

Những thông số cơ bản của động cơ dầu là lưu lượng của 1 vòng quay và hiệu áp suất ở đường vào và đường ra.

2. Các đại lượng đặc trưng

a) Thể tích dầu tải đi trong 1 vòng (hành trình) (hình 2-1)

Nếu ta gọi:

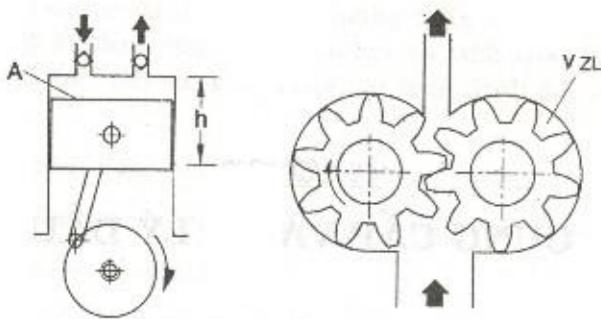
V - *thể tích dầu tải đi trong 1 vòng (hành trình);*

A - *diện tích mặt cắt ngang;*

h - *hành trình pistông;*

V_{ZL} - *thể tích khoảng hở giữa hai răng;*

Z - *số răng của bánh răng.*



Hình 2-1 Bơm thể tích

Ở hình 2.1, ta có thể tích dầu tải đi trong 1 vòng (1 hành trình):

$$V = A \cdot h$$

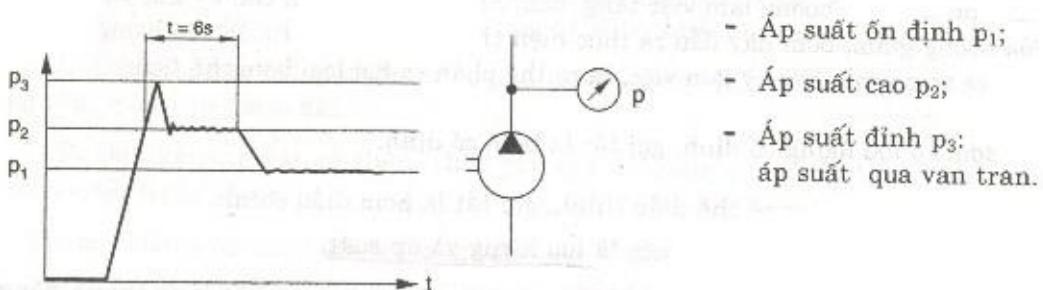
1 hành trình

$$V \approx V_{ZL} \cdot Z \cdot 2$$

1 vòng

b) Áp suất làm việc

Áp suất làm việc được biểu diễn trên hình 2-2. Trong đó:



Hình 2-2 Sự thay đổi áp suất làm việc theo thời gian

c) Áp suất buồng hút

Ở buồng hút áp suất phải đạt một mức chân không tối thiểu. Hình 2-3 biểu diễn áp suất tuyệt đối (1), áp suất tương đối (2) với mức chân không tối thiểu ở buồng hút.

d) Hiệu suất

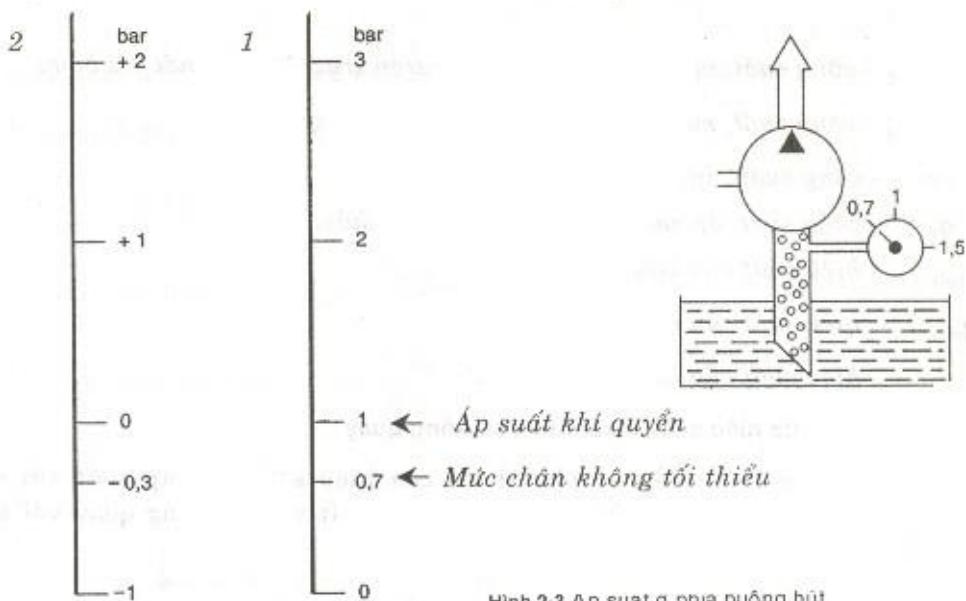
Hiệu suất của bơm hay động cơ dầu phụ thuộc các yếu tố sau :

- Hiệu suất thể tích η_v
- Hiệu suất cơ và thủy lực η_{hm}

Như vậy hiệu suất toàn phần: $\eta_t = \eta_v \cdot \eta_{hm}$

Ở hình 2-4, ta có:

- Công suất động cơ điện: $P_E = M_E \cdot \omega_E$
- Công suất của bơm : $P = p \cdot q_v$



Hình 2-3 Áp suất ở phía dương hút

Như vậy ta có công thức sau:

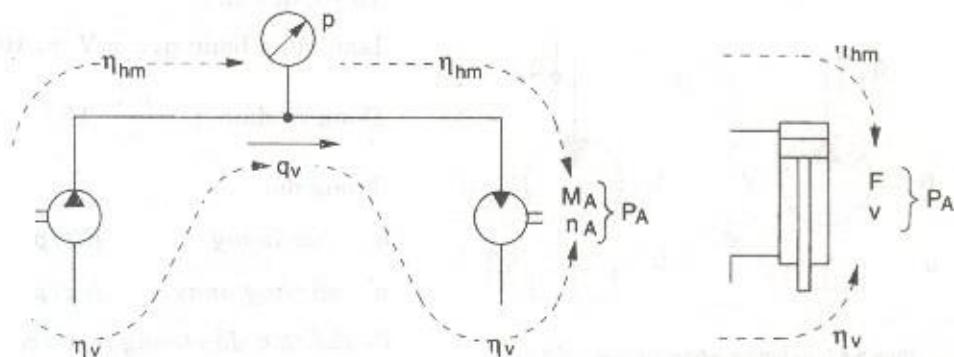
$$P_E = \frac{P}{\eta_{tb}} = \frac{p \cdot q_v}{\eta_{tb}}$$

- Công suất của động cơ dầu: $P_A = M_A \cdot \omega_A$
hay:

$$P_A = \eta_{tMotor} \cdot p \cdot q_v$$

- Công suất của xilanh: $P_A = F \cdot v$
hay:

$$P_A = \eta_{txilanh} \cdot \eta \cdot F \cdot v$$



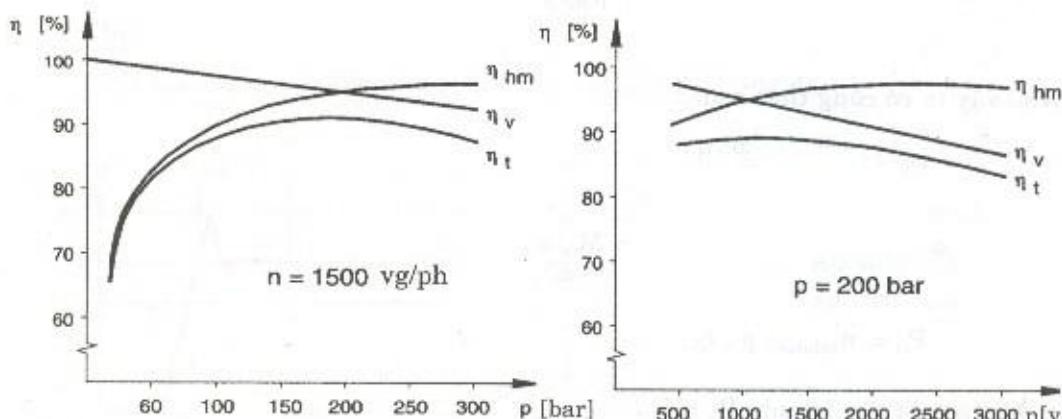
Hình 2-4 Ảnh hưởng các hệ số tổn thất đến hiệu suất

Trong đó :

- P_E, M_E, ω_E - công suất, mômen và vận tốc góc trên trục động cơ nối với bơm;
- P_A, M_A, ω_A - công suất, mômen và vận tốc góc trên động cơ tải;
- P, F, v - công suất, lực và vận tốc pít tông;
- P, p, q_v - công suất, áp suất và lưu lượng dòng chảy;
- η_{xilanh} - hiệu suất của xi-lanh;
- η_{tMotor} - hiệu suất của động cơ dầu;
- η_{tb} - hiệu suất của bơm dầu.

e) Sự phụ thuộc giữa hiệu suất, áp suất và số vòng quay

Hình 2-5 là ví dụ biểu diễn sự phụ thuộc của hiệu suất vào áp suất với số vòng quay 1500 vòng/phút và sự phụ thuộc của hiệu suất vào số vòng quay với áp suất 200 bar.



Hình 2-5 Sự phụ thuộc giữa hiệu suất, áp suất và số vòng quay

3. Công thức tính toán bơm và động cơ dầu

a) Lưu lượng q_v , số vòng quay n và thể tích dầu trong một vòng quay V (hình 2-6).

$$\text{Ta có: } q_v = n.V$$

$$\text{Lưu lượng bơm: } q_v = n.V \cdot \eta_v \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Động cơ dầu: } q_v = \frac{n.V}{\eta_v} \cdot 10^{-3}$$

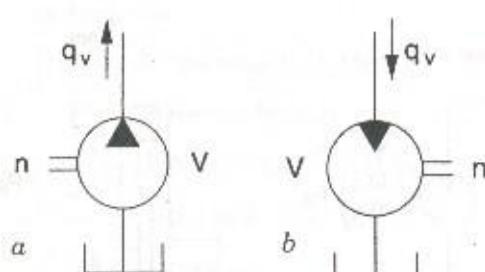
Trong đó:

$$q_v - \text{lưu lượng} \quad [\text{lit/phút}]$$

$$n - \text{số vòng quay} \quad [\text{vg/ph}]$$

$$V - \text{thể tích dầu/vòng} \quad [\text{cm}^3/\text{vòng}]$$

$$\eta_v - \text{hiệu suất} \quad [\%]$$



Hình 2-6 Lưu lượng, số vòng quay, thể tích
a) Bơm; b) Động cơ dầu.

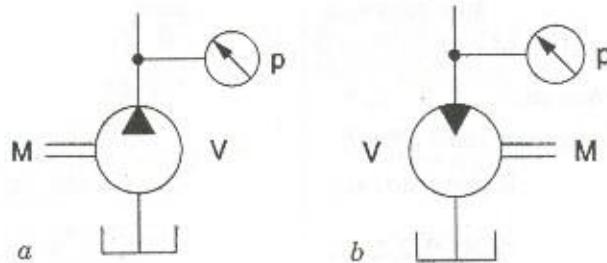
b) Áp suất, mômen xoắn, thể tích dầu trong một vòng quay V (hình 2-7)

Theo định luật Pascal, ta có:

$$p = \frac{M}{V}$$

Áp suất của bơm: $p = \frac{M \cdot \eta_{hm}}{V} \cdot 10$

Áp suất động cơ dầu: $p = \frac{M}{V \cdot \eta_{hm}} \cdot 10$



Trong đó :

P [bar];

M [N.m];

V [$cm^3/vòng$];

η_{hm} [%].

Hình 2-7 Áp suất, thể tích và mômen xoắn
a) Bơm; b) Động cơ dầu.

c) Công suất, áp suất, lưu lượng (hình 2-8)

Công suất bơm tính theo công thức tổng quát : $P = p \cdot q_v$

Công suất để truyền động bơm:

$$P = \frac{p \cdot q_v}{6 \cdot \eta_t} \cdot 10^{-2}$$

Công suất truyền động động cơ dầu:

$$P = \frac{p \cdot q_v \cdot \eta_t}{6} \cdot 10^{-2}$$

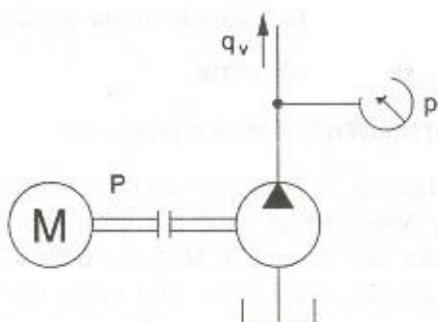
Trong đó :

P [kW],

p [bar],

q_v [lit/phút],

η_t [%],



Hình 2-8 Công suất, áp suất và lưu lượng

Công thức chung tính công suất cho các dạng năng lượng được trình bày ở bảng 2.1.

BẢNG 2.1

Điện	Cơ học	Thủy lực
<p>Công suất điện $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$</p> <p>Trong đó:</p> <p>P - công suất [W]; U - hiệu điện thế [V]; I - cường độ dòng điện [A]; $\cos \varphi$ - hệ số công suất; $[V.A] = [W]$.</p>	<p>- Chuyển động thẳng $P = F \cdot v$</p> <p>Trong đó:</p> <p>P - công suất [W]; F - lực [N]; v - vận tốc [m/s]; $\left[\frac{N \cdot m}{s} \right] = [W]$.</p> <p>- Chuyển động quay $P = M \cdot \omega$</p> <p>Trong đó:</p> <p>M - mômen xoắn [N.m]; ω - vận tốc góc [rad/s]; $\left[\frac{N \cdot m}{s} \right] = [W]$.</p>	<p>$P = p \cdot q_v$</p> <p>Trong đó:</p> <p>P - công suất [W]; p - áp suất [N/m^2]; q_v - lưu lượng [m^3/s]; $\left[\frac{N \cdot m^3}{m^2 \cdot s} \right] = [W]$.</p>

Lưu lượng của bơm về lý thuyết không phụ thuộc vào áp suất (trừ bơm ly tâm), mà chỉ phụ thuộc vào kích thước hình học và vận tốc quay của nó. Nhưng trong thực tế do sự rò rỉ qua khe hở giữa các khoang hút và khoang đẩy, nên lưu lượng thực tế nhỏ hơn lưu lượng lý thuyết và giảm dần khi áp suất tăng.

Một yếu tố gây mất mát năng lượng nữa là hiện tượng hổng. Hiện tượng này thường xuất hiện, khi ống hút quá nhỏ hoặc dầu có độ nhớt cao.

Khi bộ lọc đặt trên đường hút bị bẩn, cùng với sự tăng sức cản của dòng chảy, lưu lượng của bơm giảm dần, bơm làm việc ngày một ồn và cuối cùng tắc hẳn. Bởi vậy cần phải lưu ý trong lúc lắp ráp làm sao để ống hút to, ngắn và thẳng.

4. Các loại bơm

Các loại bơm thủy lực thông dụng được giới thiệu trên hình 2-9.

5. Bơm bánh răng

a) Nguyên lý làm việc (hình 2-10)

Nguyên lý làm việc của bơm bánh răng là thay đổi thể tích: khi thể tích của buồng hút A tăng, bơm hút dầu, thực hiện chu kỳ hút; và khi thể tích giảm, bơm đẩy dầu ra ở buồng B, thực hiện chu kỳ nén. Nếu như trên đường dầu bị đẩy ra ta đặt một vật cản (ví dụ như van), dầu bị chặn sẽ tạo nên một áp suất nhất định phụ thuộc vào độ lớn của sức cản và kết cấu của bơm.

Bơm với lưu lượng cố định		Bơm với lưu lượng thay đổi
<i>Bơm bánh răng ăn khớp ngoài</i>	<i>Bơm trục vít</i>	<i>Bơm pistong hướng trục (truyền bằng đĩa nghiêng)</i>
<i>Bơm bánh răng ăn khớp trong</i>	<i>Bơm pistong dây</i>	<i>Bơm pistong hướng trục (truyền bằng khớp cầu)</i>
<i>Bơm rôto</i>	<i>Bơm cánh gạt kép</i>	<i>Bơm cánh gạt đơn</i>
<i>Ký hiệu</i>		

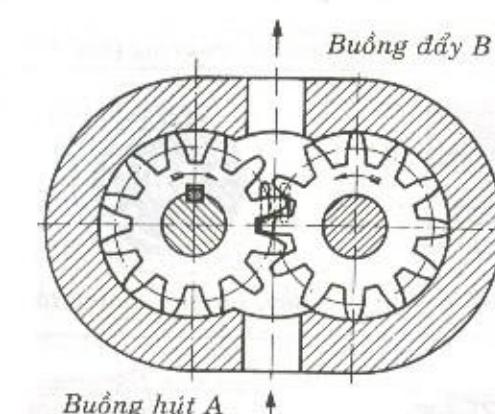
Hình 2-9 Các loại bơm thường dùng trong công nghiệp

b) Phân loại (hình 2-11)

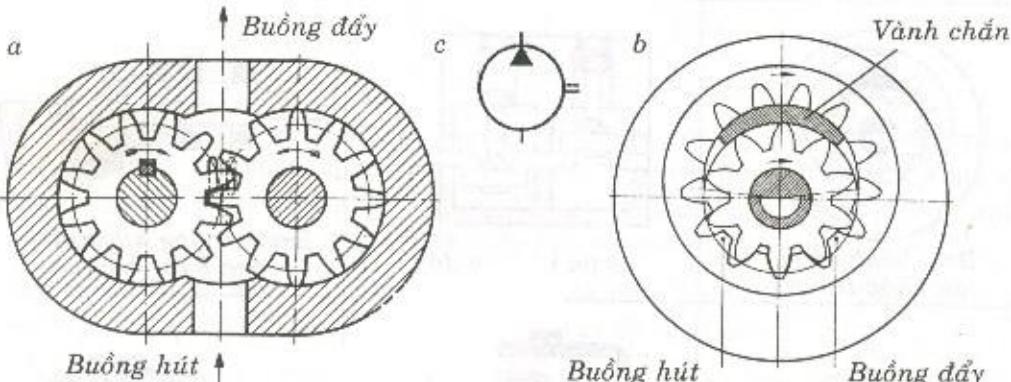
Bơm bánh răng là loại bơm dùng rộng rãi nhất vì nó có kết cấu đơn giản, dễ chế tạo. Phạm vi sử dụng của bơm bánh răng chủ yếu ở những hệ thống có áp suất nhỏ trên các máy khoan, doa, bào, phay, máy tổ hợp... Phạm vi áp suất sử dụng của bơm bánh răng hiện nay có thể từ 10 + 200 bar.

Bơm bánh răng gồm có: loại bánh răng ăn khớp ngoài hoặc ăn khớp trong, có thể là răng thẳng, răng nghiêng hoặc răng chữ V.

Loại bánh răng ăn khớp ngoài được dùng rộng rãi hơn vì chế tạo dễ hơn, nhưng bánh răng ăn khớp trong thì có kích thước gọn nhẹ hơn.



Hình 2-10 Nguyên lý làm việc của bơm bánh răng



Hình 2-11 Bơm bánh răng

- a) Bơm bánh răng ăn khớp ngoài;
- b) Bơm bánh răng ăn khớp trong;
- c) Ký hiệu bơm.

c) Lưu lượng bơm bánh răng

Khi tính lưu lượng dầu, ta coi thể tích dầu được đẩy ra khỏi rãnh răng bằng với thể tích của răng, tức là không tính đến khe hở chân răng và lấy hai bánh răng có kích thước như nhau.

Nếu ta đặt : m - modul của bánh răng [cm];

d - đường kính chia bánh răng [cm];

b - bề rộng bánh răng [cm];

n - số vòng quay trong một phút [vg/ph];

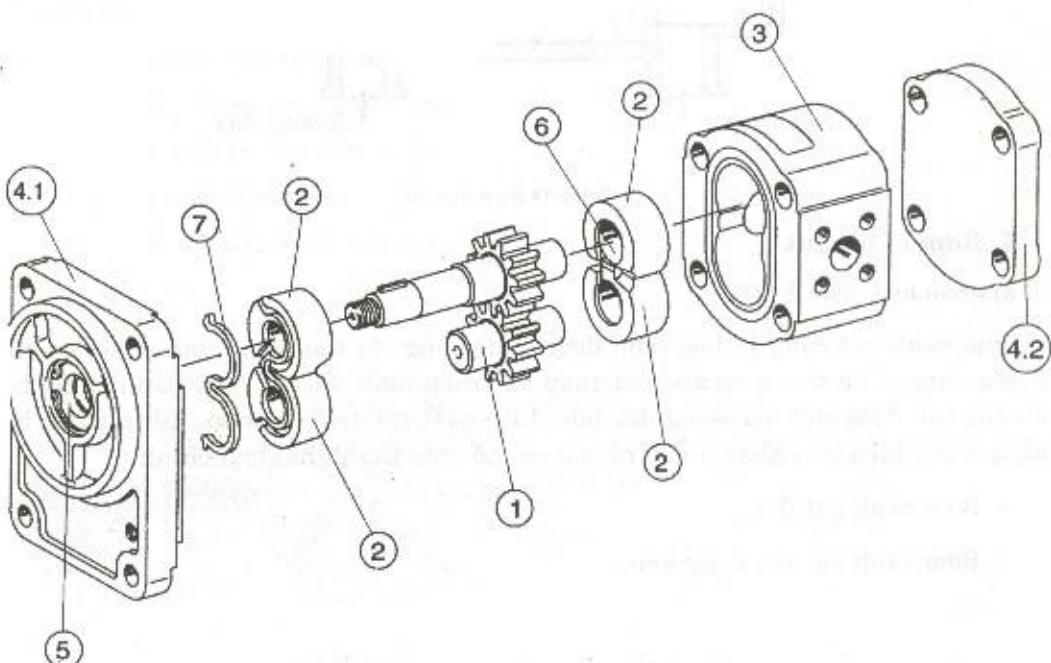
thì lượng dầu do hai bánh răng chuyển đi khi nó quay một vòng

$$q_v = 2 \cdot \pi \cdot d \cdot m \cdot b \quad [\text{cm}^3/\text{vòng}]$$

Nếu gọi Z là số răng, tính đến hiệu suất thể tích η_t của bơm và số vòng quay n, thì lưu lượng của bơm bánh răng sẽ là:

$$Q = 2 \cdot \pi \cdot Z \cdot m^2 \cdot b \cdot n \cdot \eta_t \quad [\text{cm}^3/\text{phút}]$$

d) Kết cấu bơm bánh răng (*hình 2-12*)



Hình 2-12 Kết cấu bơm bánh răng

- 1. Cặp bánh răng;
- 2. Vành chắn;
- 3. Thân bơm;
- 4. 4.1; 4.2 Mặt bích;
- 5. Vòng chắn dầu ở trục quay;
- 6. Ốc đơ;
- 7. Vòng chắn để điều chỉnh độ hở mặt hông của cặp bánh răng và vòng chắn.

6. Bơm trực vít

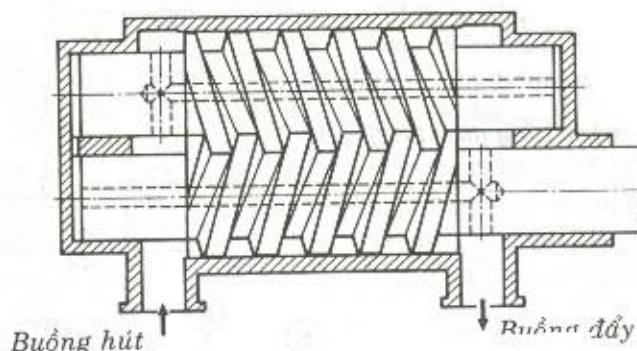
Bơm trực vít là sự biến dạng của bơm bánh răng. Nếu bánh răng nghiêng có số răng nhỏ, chiều dày và góc nghiêng của răng lớn thì bánh răng sẽ thành trực vít. Bơm trực vít thường có 2 trực vít ăn khớp với nhau, xem *hình 2-13*.

Bơm trực vít thường được sản xuất thành 3 loại:

- Loại áp suất thấp: $p = 10 \div 15 \text{ bar}$
- Loại áp suất trung bình: $p = 30 \div 60 \text{ bar}$
- Loại áp suất cao: $p = 60 \div 200 \text{ bar}$

Bơm trục vít có đặc điểm là dầu được chuyển từ buồng hút sang buồng nén theo chiều trục, và không có hiện tượng chèn dầu ở chân ren.

Nhược điểm của bơm trục vít là chế tạo trục vít khá phức tạp. Ưu điểm căn bản là chạy êm, độ nhấp nhô lưu lượng nhỏ.



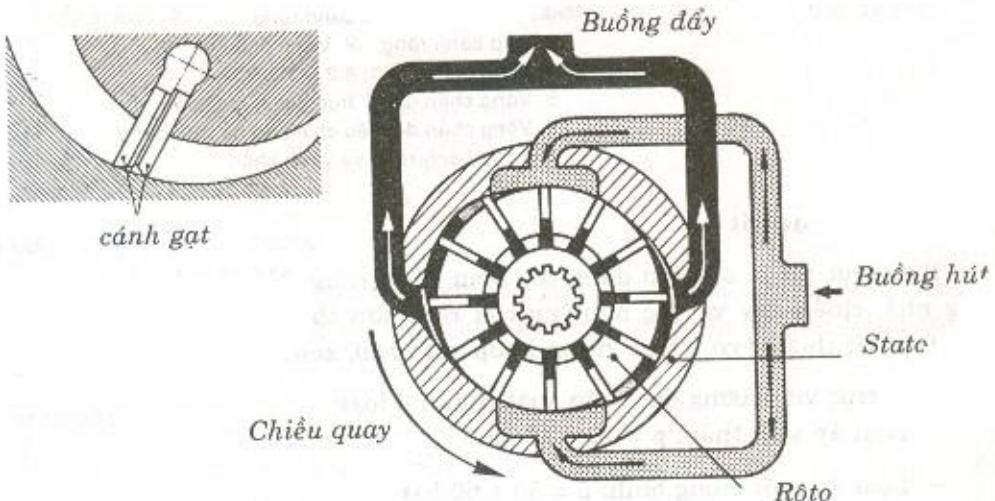
Hình 2-13 Bơm trục vít

7. Bơm cánh gạt

a) Phân loại (hình 2-14)

Bơm cánh gạt cũng là loại bơm được dùng rộng rãi sau bơm bánh răng, và cũng chủ yếu dùng ở hệ thống có áp suất thấp và trung bình. So với bơm bánh răng, bơm cánh gạt bảo đảm một lưu lượng đều hơn, hiệu suất thể tích cao hơn. Kết cấu của bơm cánh gạt có nhiều loại khác nhau, nhưng có thể chia thành hai loại chính :

- Bơm cánh gạt đơn.
- Bơm cánh gạt tác dụng kép.



Hình 2-14 Bơm cánh gạt tác dụng kép

Bơm cánh gạt đơn là khi trục quay một vòng, nó thực hiện một chu kỳ làm việc bao gồm một lần hút và một lần nén.

Bơm cánh gạt kép là khi trục quay một vòng, nó thực hiện hai chu kỳ làm việc bao gồm hai lần hút và hai lần nén, hình 2-14.

b) Tính lưu lượng

Nếu các kích thước hình học có đơn vị là [cm], số vòng quay n [vg/ph], thì lưu lượng qua bơm là:

$$Q = 2 \cdot 10^{-3} \pi \cdot e \cdot n \cdot (B \cdot D + 4 \cdot b \cdot d) [\text{lít/phút}]$$

Trong đó :

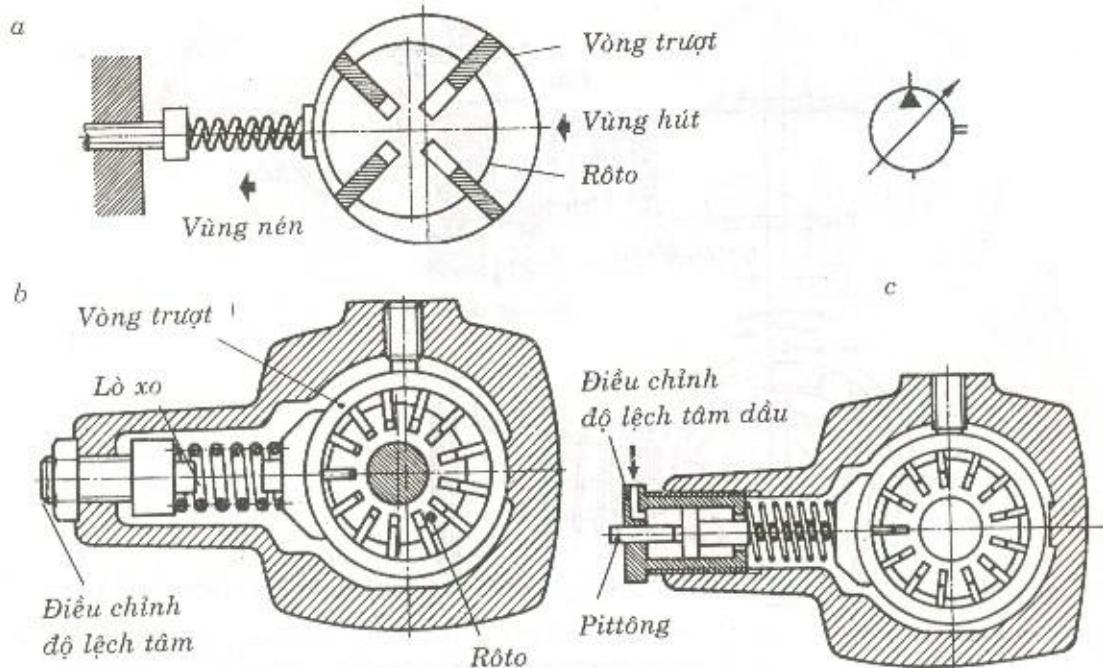
D - đường kính statos;

B - chiều rộng cánh gạt;

b - chiều sâu của rãnh;

e - độ lệch tâm;

d - đường kính con lăn.



Hình 2-15 Nguyên tắc điều chỉnh lưu lượng bơm cánh gạt tác dụng đơn

- a) Nguyên lý và ký hiệu;
- b) Điều chỉnh lưu lượng bằng lò xo;
- c) Điều chỉnh lưu lượng bằng thủy lực.

c) Bơm cánh gạt đơn điều chỉnh được lưu lượng

Lưu lượng của bơm có thể điều chỉnh bằng cách thay đổi độ lệch tâm (xê dịch vòng trượt), xem hình 2-15.

8. Bơm pittông

a) Phân loại

Bơm pittông là loại bơm dựa trên nguyên tắc thay đổi thể tích của cơ cầu pittông-xilanh. Vì bề mặt làm việc của cơ cầu này là mặt trụ, do đó dễ dàng đạt được độ chính xác cao công cao, bảo đảm hiệu suất thể tích tốt, có khả năng thực hiện được với áp suất làm việc lớn (áp suất lớn nhất có thể đạt được là $p = 700$ bar).

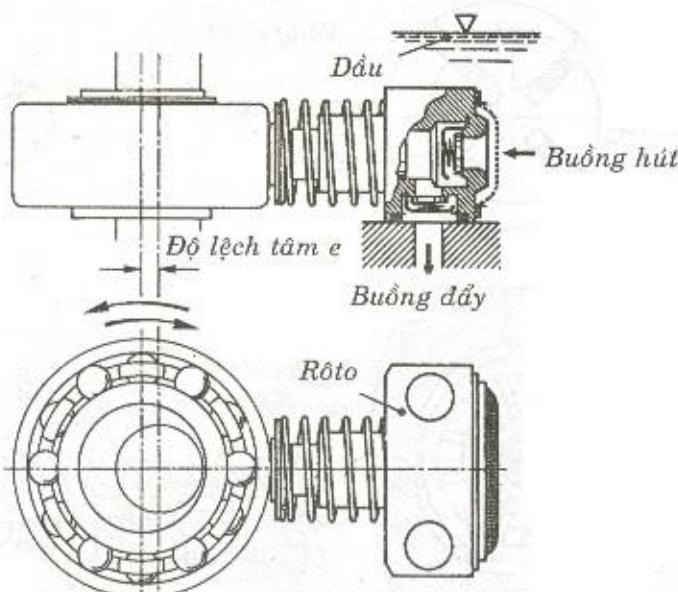
Bơm pittông thường dùng ở những hệ thống dầu ép cần áp suất cao và lưu lượng lớn; đó là máy truốt, máy xúc, máy nén...

Dựa trên cách bố trí pittông, bơm có thể phân thành hai loại:

- Bơm pittông hướng tâm.
- Bơm pittông hướng trực.

Bơm pittông có thể chế tạo với lưu lượng cố định, hoặc lưu lượng điều chỉnh được.

b) Bơm pittông hướng tâm (hình 2-16)



Hình 2-16 Bơm pittông hướng tâm

Lưu lượng bơm được tính toán bằng việc xác định thể tích của xilanh. Nếu ta đặt d là đường kính của xilanh [cm], thì thể tích của 1 xilanh khi rôto quay 1 vòng:

$$q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h \quad [\text{cm}^3/\text{vòng}]$$

Trong đó :

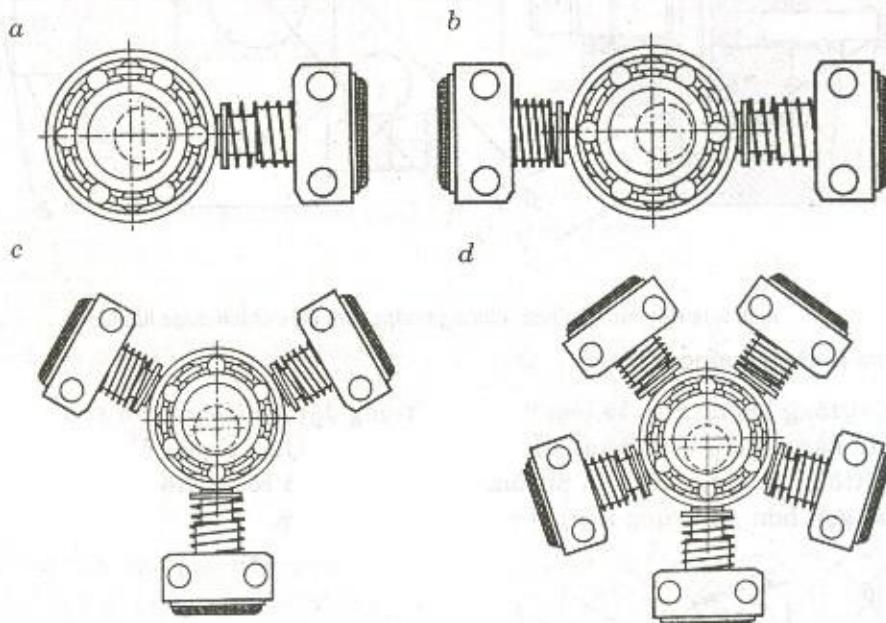
$$h - hành trình pittông [cm]$$

Vì hành trình của pittông $h = 2e$ (e là độ lệch tâm của rôto và stato), nên nếu bơm có z pittông và làm việc với số vòng quay là n [vg/ph], thì lưu lượng của bơm sẽ là:

$$Q = q \cdot z \cdot n \cdot 10^{-3} [\text{lit/phút}]$$

Hành trình của pitông thông thường là $h = (1,3 + 1,4) \cdot d$ và số vòng quay $n_{\max} = 1500$ vg/ph.

Một số kết cấu của bơm pittông hướng tâm giới thiệu ở hình 2-17.



Hình 2-17 Một số kết cấu của bơm pittông hướng tâm

- a) Bơm pittông hướng tâm đơn;
- b) Bơm pittông hướng tâm kép;
- c) Bơm pittông hướng tâm 3 pittông;
- d) Bơm pittông hướng tâm 5 pittông;

c) Bơm pittông hướng tâm điều chỉnh được lưu lượng

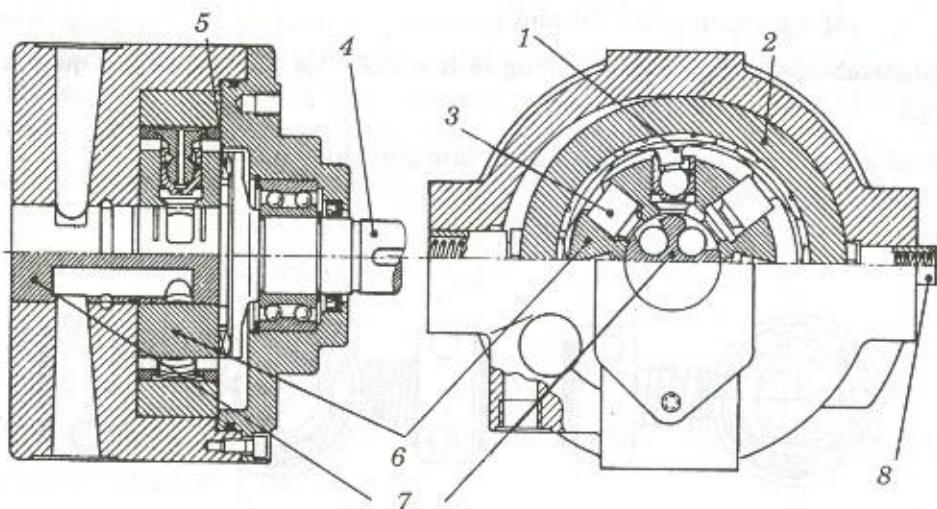
Lưu lượng của bơm có thể điều chỉnh bằng cách thay đổi độ lệch tâm (xê dịch vòng trượt), xem hình 2-18.

Pittông (3) bố trí trong các lỗ hướng tâm rôto (6), quay chung quanh trục (4). Nhờ các rãnh và lỗ bố trí thích hợp trên trục phân phối (7), có thể nối lần lượt các xilanh trong một nửa vòng quay của rôto với khoang hút và nửa kia với khoang đẩy.

Sau một vòng quay của rôto, mỗi pittông thực hiện một khoảng chạy kép có độ n bằng 2 lần độ lệch tâm e .

Trong các kết cấu mới, truyền động pittông bằng lực ly tâm. Pittông (3) tựa trực tiếp trên đĩa vành khắn (2). Mặt đầu của pittông là mặt cầu (1) đặt hơi nghiêng và tựa trên mặt côn của đĩa dẫn.

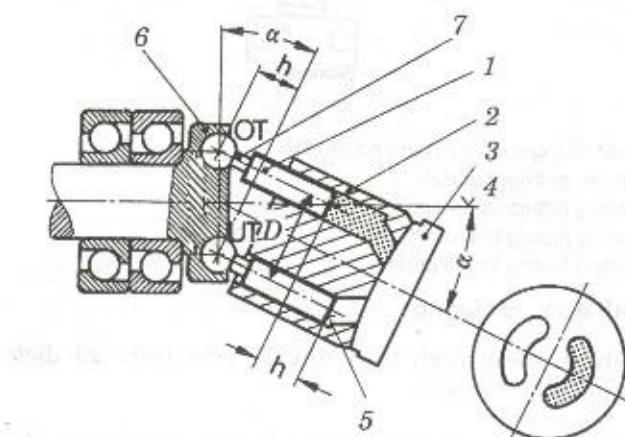
Rôto (6) quay được nối với trục (4) qua ly hợp (5). Để điều khiển độ lệch tâm ϵ , ta sử dụng vít điều chỉnh (8).



Hình 2-18 Kết cấu của bơm pittông hướng tâm điều chỉnh được lưu lượng

d) Bơm pittông hướng trục

Bơm pittông hướng trục là loại bơm có pittông đặt song song với trục của rôto và được truyền bằng khớp hoặc bằng đĩa nghiêng (hình 2-19). Ngoài những ưu điểm như của bơm pittông hướng tâm, bơm pittông hướng trục còn có ưu điểm nữa là kích thước của nó nhỏ gọn hơn, khi cùng một cỡ với bơm hướng tâm.



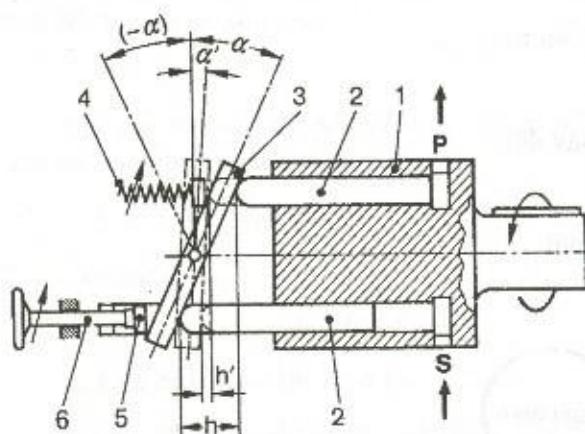
Hình 2-19 Bơm pittông hướng trục

- 1. Pittông;
- 2. Xilanh;
- 3. Đĩa dẫn dầu;
- 4. Độ nghiêng;
- 5. Pittông;
- 6. Trục truyền động.

Nếu các ký hiệu lấy giống như ở bơm pittông hướng tâm và đường kính trên đĩa phân bố các xilanh là D [cm], thì lưu lượng của bơm sẽ là :

$$Q = 10^{-3} \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h \cdot z \cdot n = 10^{-3} \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot z \cdot n \cdot D \cdot \operatorname{tg} \alpha \text{ [lít/phút]}$$

Bơm pittông hướng trục hầu hết là điều chỉnh lưu lượng được, xem hình 2-20. Trong công nghiệp người ta sử dụng loại bơm này, khi lưu lượng yêu cầu ít nhất là 500 lít/phút. Ở áp suất lớn, lưu lượng nhỏ, bơm chỉ làm việc ở chế độ không liên tục, do khả năng làm nguội kém và chóng mòn.



Hình 2-20 Điều chỉnh lưu lượng bơm pittông hướng trục

1. Thân bơm;
2. Pittông;
3. Đĩa nghiêng;
4. Lò xo;
- 5, 6. Tay quay điều chỉnh góc nghiêng α .

9. Tiêu chuẩn chọn bơm

Những đại lượng đặc trưng cho bơm và động cơ dầu gồm có:

a) **Thể tích nén (lưu lượng vòng):** là đại lượng đặc trưng quan trọng nhất, ký hiệu V [cm³/vòng]. Ở loại bơm pittông, đại lượng này tương ứng chiều dài hành trình của pittông.

Đối với bơm: $Q \sim n.V$ [lít/phút]

và động cơ dầu: $p \sim M/V$ [bar]

b) **Số vòng quay n** [vg/ph]

c) **Áp suất p** [bar]

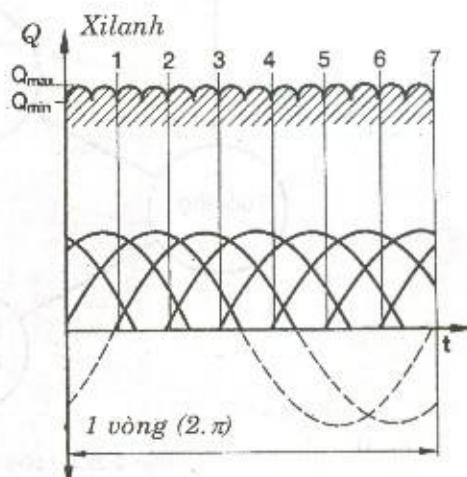
d) **Hiệu suất** [%]

e) **Tiếng ồn**

Trong các loại bơm pittông, độ không đồng đều của lưu lượng không chỉ phụ thuộc vào đặc điểm chuyển động của pittông, mà còn phụ thuộc vào số lượng pittông. Độ không đồng đều được xác định như sau:

$$k = \frac{Q_{\max} - Q_{\min}}{Q_{\max}}$$

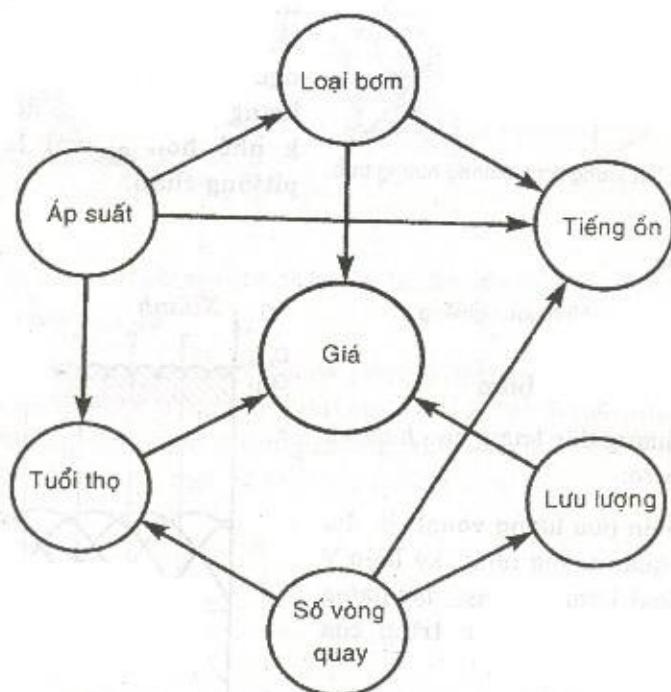
Độ không đồng đều k còn phụ thuộc vào số lượng pittông chẵn hay lẻ, xem hình 2-21. Từ thực nghiệm, người ta xác định rằng, bơm có số lượng pittông lẻ có độ không đồng đều k nhỏ hơn so với bơm có số lượng pittông chẵn.



Hình 2-21 Ảnh hưởng số lượng pittông đến độ không đồng đều của lưu lượng bơm pittông

Khi chọn bơm, cần phải xem xét đến các yếu tố về kỹ thuật và kinh tế sau (*hình 2-22*):

- Giá cả;
- Tuổi thọ;
- Áp suất;
- Phạm vi số vòng quay;
- Khả năng chịu các hợp chất hóa học;
- Sự dao động của lưu lượng;
- Thể tích nén cố định hoặc thay đổi;
- Công suất;
- Khả năng bơm các loại tạp chất;
- Hiệu suất.



Hình 2-22 Sự phụ thuộc các yếu tố khi chọn bơm

II. BỂ DẦU

1. Nhiệm vụ

Bể dầu có nhiệm vụ chính như sau:

- Cung cấp dầu cho hệ thống làm việc theo chu trình kín (cấp và nhận dầu cty).
- Giải tỏa nhiệt sinh ra trong quá trình bơm dầu làm việc.

- Lắng đọng các chất cặn bã trong quá trình làm việc.
- Tách nước.

2. Chọn kích thước bể dầu

Đối với các loại bể dầu di chuyển, ví dụ bể dầu trên các xe vận chuyển thì thể tích bể dầu chọn như sau:

$$V = 1,5.q_v$$

Đối với các loại bể dầu cố định, ví dụ bể dầu trong các máy, dây chuyền, thì thể tích bể dầu chọn như sau:

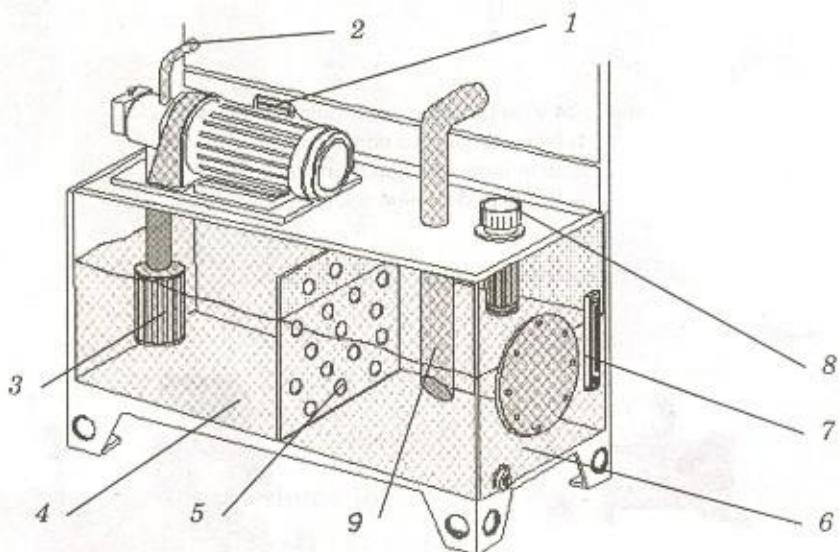
$$V = (3,0 \div 5,0).q_v$$

Trong đó : V [lit]

q_v [lit/phút]

3. Kết cấu của bể dầu (hình 2-23)

Hình 2-23 là sơ đồ bố trí các cụm thiết bị cần thiết của bể cấp dầu cho hệ thống điều khiển bằng thủy lực.



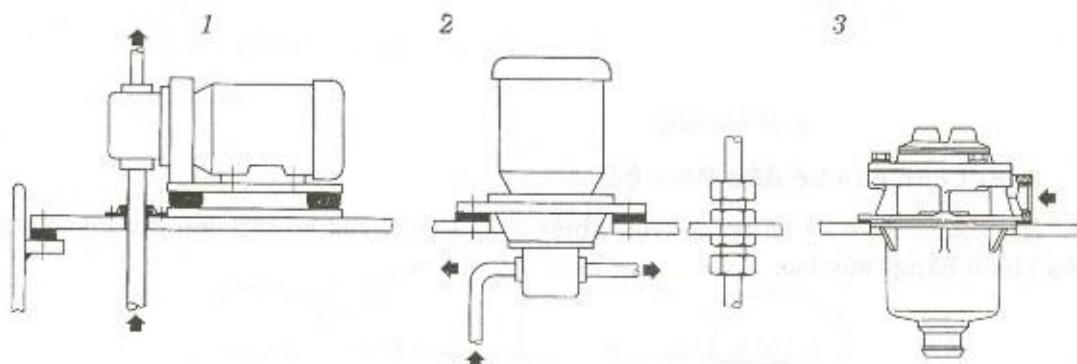
Hình 2-23 Bể dầu
 1. Động cơ điện; 2. Ống nén; 3. Bộ lọc;
 4. Phía hút; 5. Vách ngăn; 6. Phía xả;
 7. Mắt dầu; 8. Đổ dầu; 9. Ống xả.

Bể dầu được ngăn làm hai ngăn bởi một màng lọc (5). Khi mở động cơ (1), bơm dầu làm việc, dầu được hút lên qua bộ lọc (3) cấp cho hệ thống điều khiển, dầu xả về được cho vào một ngăn khác.

Dầu thường đổ vào bể qua một cửa (8) bố trí trên nắp bể lọc và ống xả (9) được đặt vào gần sát đáy bể chứa. Có thể kiểm tra mức dầu đạt yêu cầu nhờ mắt dầu (7).

Nhờ các màng lọc và bộ lọc, dầu cung cấp cho hệ thống điều khiển đảm bảo sạch. Sau một thời gian làm việc định kỳ (tùy theo mức độ cụ thể ở từng máy cũng như các chế độ làm việc ở từng nhà máy cụ thể) bộ lọc phải được tháo ra rửa sạch hoặc thay mới. Trên đường ống cấp dầu (sau khi qua bơm) người ta thường gắn vào một van tràn để điều chỉnh áp suất dầu cung cấp và đảm bảo an toàn cho đường ống cấp dầu.

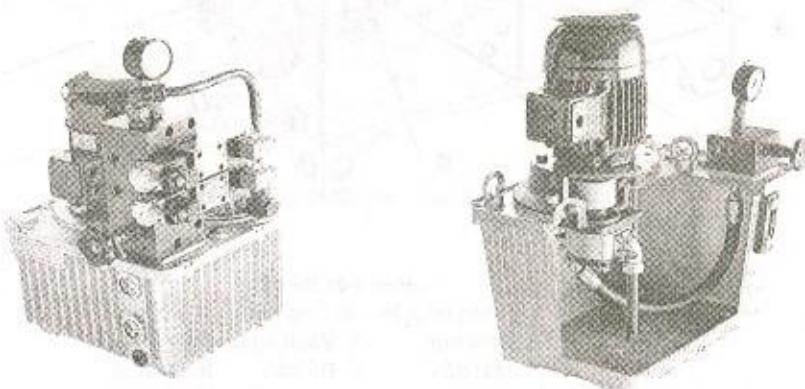
Vị trí trực của động cơ điện nối với bơm dầu, xem *hình 2-24*.



Hình 2-24 Vị trí lắp động cơ và bơm lên thùng dầu

1. Động cơ điện và bơm trên nắp thùng dầu;
2. Bơm nằm dưới nắp thùng dầu;
3. Động cơ điện nằm dưới nắp thùng dầu.

Kết cấu của bể dầu trong thực tế, xem *hình 2-25*.



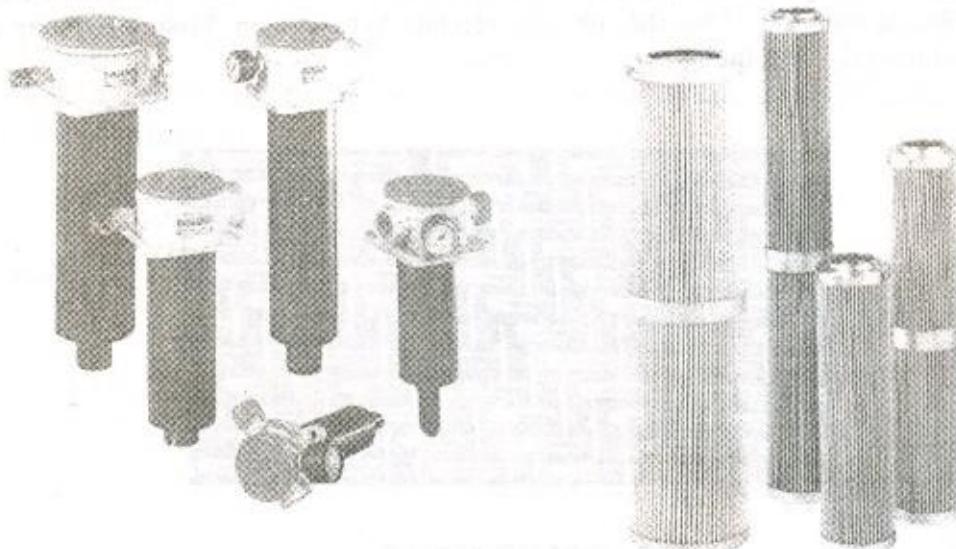
Hình 2-25 Kết cấu bể dầu

III. BỘ LỌC DẦU

1. Nhiệm vụ

Hình 2-26 là các bộ lọc với các kích thước và chủng loại khác nhau. Trong quá trình làm việc, dầu không tránh khỏi bị nhiễm bẩn do các chất bẩn từ bên ngoài vào, hoặc do bản thân dầu tạo nên. Những chất bẩn ấy sẽ làm kẹt các khe hở, các tiết diện chảy có kích thước nhỏ trong các cơ cấu dầu ép, gây nên những trở ngại, hư hỏng trong hoạt động của hệ thống. Do đó trong các hệ thống dầu ép đều dùng bộ lọc dầu để ngăn ngừa chất bẩn thâm nhập vào bên trong các cơ cấu, phần tử dầu ép.

Bộ lọc dầu thường đặt ở ống hút của bơm dầu. Trường hợp cần dầu sạch hơn, đặt thêm một bộ nữa ở cửa ra của bơm, và một ở ống xả của hệ thống dầu ép.



Hình 2-26 Bộ lọc

2. Phân loại theo kích thước lọc

Tùy thuộc vào kích thước chất bẩn có thể lọc được, bộ lọc dầu có thể phân thành các loại sau :

- *Bộ lọc thô* : có thể lọc những chất bẩn đến 0,1 mm.
- *Bộ lọc trung bình* : có thể lọc những chất bẩn đến 0,01 mm.
- *Bộ lọc tinh* : có thể lọc những chất bẩn đến 0,005 mm.
- *Bộ lọc đặc biệt tinh* : có thể lọc những chất bẩn đến 0,001 mm.

Các hệ thống dầu trong máy công cụ thường dùng bộ lọc trung bình và bộ lọc tinh. Bộ lọc đặc biệt tinh chủ yếu dùng ở các phòng thí nghiệm.

tinu. Bộ lọc đặc biệt tinh chủ yếu dùng ở các phòng thí nghiệm.

3. Phân loại theo kết cấu

Dựa vào kết cấu, ta có thể phân biệt được các loại bộ lọc dầu như sau: bộ lọc lưới, bộ lọc lá, bộ lọc giấy, bộ lọc nỉ, bộ lọc nam châm v.v...

Ta lần lượt xét một số bộ lọc dầu thường dùng nhất.

a) Bộ lọc lưới (*hình 2-27*)

Bộ lọc lưới là loại bộ lọc dầu đơn giản nhất. Nó gồm có khung cứng và lưới bằng đồng bao chung quanh. Dầu từ ngoài xuyên qua các mắt lưới và các lỗ để vào ống hút. Hình dáng và kích thước của bộ lọc lưới rất khác nhau tùy thuộc vào vị trí và công dụng của bộ lọc.

Do sức cản của lưới, nên dầu khi qua bộ lọc bị giảm áp suất, tổn thất áp suất ấy có thể tính như ở *chương 1*. Khi tính toán, tổn thất áp suất thường lấy $\Delta p = 0,3\text{-}0,5 \text{ bar}$; trường hợp đặc biệt có thể lấy $\Delta p = 1\text{-}2 \text{ bar}$.

Nhược điểm của bộ lọc lưới là chất bẩn dễ bám vào các mặt lưới và khó tẩy ra. Do đó thường dùng nó để lọc thô, như lắp vào ống hút của bơm. Trường hợp này phải dùng thêm bộ lọc tinh ở ống ra.



Hình 2-27 Màng lọc lưới

b) Bộ lọc lá, sợi thủy tinh (*hình 2-28*)

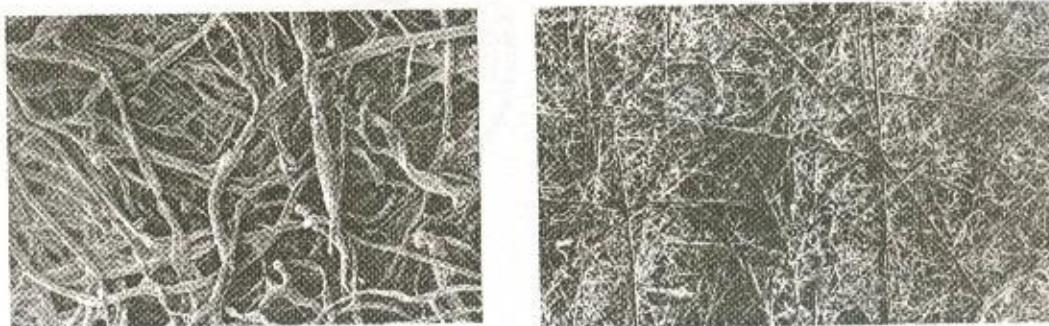
Bộ lọc lá là bộ lọc dùng những lá thép mỏng để lọc dầu. Đây là loại dùng rộng rãi nhất trong hệ thống dầu ép của máy công cụ. Kết cấu của nó như sau: làm nhiệm vụ lọc ở các bộ lọc lá là các lá thép hình tròn và những lá thép hình sao. Những lá thép này được lắp đồng tâm trên trục, tấm nọ trên tấm kia. Giữa các cặp lắp chen mảnh thép trên trục có tiết diện vuông.

Yêu cầu chất lỏng lọc phụ thuộc vào bề dày của lá thép. Bề dày này thông thường là : 0,08; 0,12; 0,20; và 0,3 mm.

Số lượng lá thép cần thiết phụ thuộc vào lưu lượng cần lọc, nhiều nhất là 1000 - 1200 lá. Tổn thất áp suất lớn nhất là $p = 4 \text{ bar}$. Lưu lượng lọc có thể từ 8 - 100 lit/phút.

Bộ lọc lá chủ yếu cũng dùng để lọc thô. Ưu điểm lớn nhất của nó là khi tẩy chất bẩn, khỏi phải dùng máy và tháo bộ lọc ra ngoài.

Hiện nay phần lớn người ta thay vật liệu của các lá thép bằng vật liệu sợi thủy tinh, ví dụ *Häng Intrenormen* của Cộng hòa Liên bang Đức chuyên sản xuất loại lọc này, xem hình 2-28 và xem phần phụ lục. Độ bền của các bộ lọc này cao và có khả năng chế tạo dễ dàng, các đặc tính vật liệu không thay đổi nhiều trong quá trình làm việc do ảnh hưởng về cơ và hóa của dầu.



Hình 2-28 Màng lọc bằng sợi thủy tinh

Để tính toán lưu lượng chảy qua bộ lọc dầu, người ta dùng công thức tính lưu lượng chảy qua lưới lọc:

$$Q = \alpha \frac{A \cdot \Delta p}{\eta} \quad [\text{lit/phút}]$$

Trong đó:

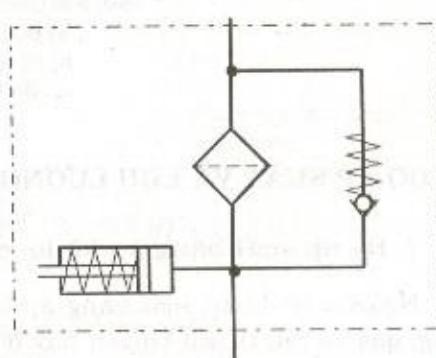
A	- diện tích toàn bộ bề mặt lọc	$[\text{cm}^2]$;
$\Delta p = p_1 - p_2$	- hiệu áp của bộ lọc.	[bar];
η	- độ nhớt động lực của dầu	[P];
α	- hệ số lọc, đặc trưng cho lượng dầu chảy qua bộ lọc trên đơn vị diện tích và thời gian	$\left[\frac{\text{lit}}{\text{cm}^2 \cdot \text{phút}} \right]$.

Tùy thuộc vào đặc điểm của bộ lọc, ta có thể lấy trị số như sau:

$$\alpha = 0,006 \div 0,009 \quad \left[\frac{\text{lit}}{\text{cm}^2 \cdot \text{phút}} \right]$$

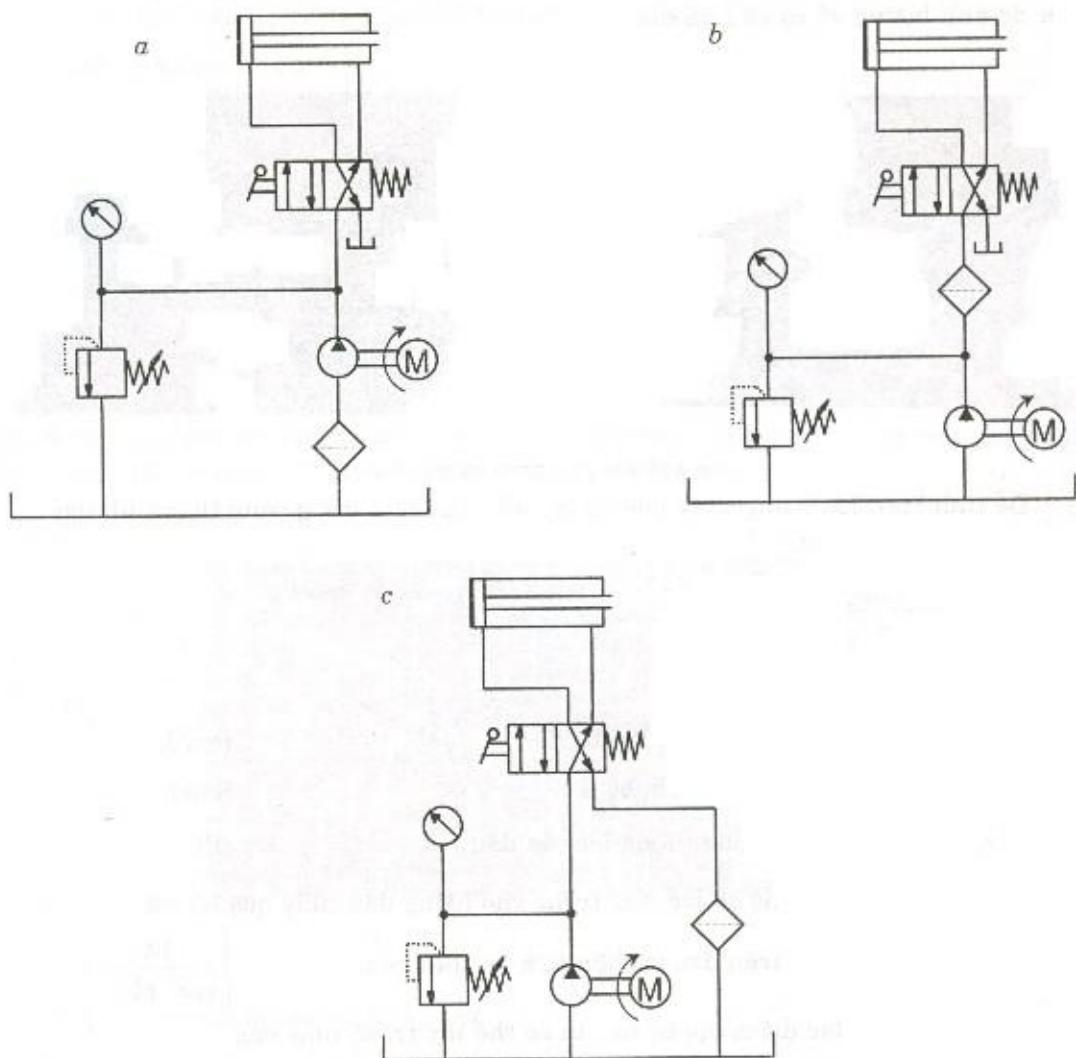
4. Cách lắp bộ lọc trong hệ thống (hình 2-29)

Cách xác định độ bẩn của dầu trong bộ lọc, xem hình 2.29. Khi bộ lọc bị chất bẩn ngăn lại, dầu sẽ qua van 1 chiều, đồng thời sẽ đẩy cho pít-tông dịch sang trái. Nếu pít-tông nối với kim hiển thị, thì sẽ cho giá trị của dầu bẩn.



Hình 2-29 Xác định độ bẩn của dầu

Cách lắp bộ lọc trong hệ thống: tùy theo yêu cầu chất lượng của dầu trong hệ thống điều khiển, mà có thể lắp bộ lọc dầu theo các vị trí khác nhau, xem *hình 2-30*.

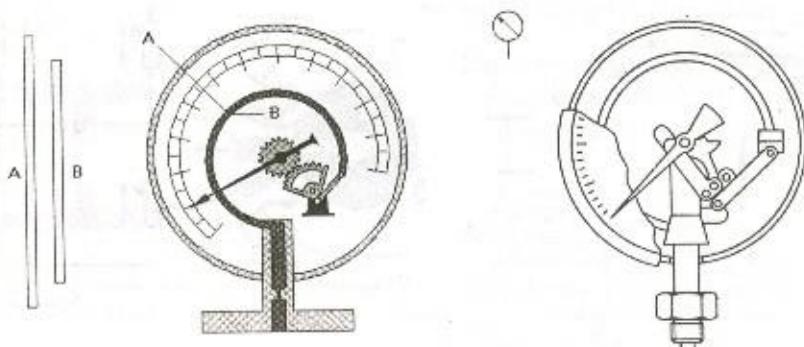


Hình 2-30 Cách lắp bộ lọc trong hệ thống
 a) Bộ lọc lắp ở đường hút;
 b) Bộ lọc lắp ở đường nén;
 c) Bộ lọc lắp ở đường xả.

IV. ĐO ÁP SUẤT VÀ LƯU LƯỢNG

1. Đo áp suất bằng áp kế lò xo (*hình 2-31*)

Nguyên lý đo áp suất bằng áp kế lò xo: dưới tác dụng của áp lực, lò xo bị biến dạng, qua cơ cấu thanh truyền hay dòn bẩy và bánh răng, độ biến dạng của lò xo sẽ chuyển đổi thành giá trị được ghi trên mặt hiện số.



Hình 2-31 Áp kế lò xo

2. Nguyên lý hoạt động của áp kế lò xo tấm (hình 2-32)

Dưới tác động của áp suất, lò xo tấm (1) bị biến dạng, qua trục đòn bẩy (2), chi tiết hình đáy quạt (3), chi tiết thanh răng (4), kim chỉ (5), giá trị áp suất được hiện lên trên mặt số.

3. Áp kế cảm biến điện (Piezoelectrics) (hình 2-33)

Dưới tác động của áp suất, màng cảm biến cơ khí bị tác động, sự co giãn ở màng cảm biến này tạo ra một hiệu điện thế U_A tương ứng với độ lớn của áp suất tác động và nguồn nuôi mạch cầu U_B .

4. Đo lưu lượng bằng bánh hình ôvan và bánh răng (hình 2-34)

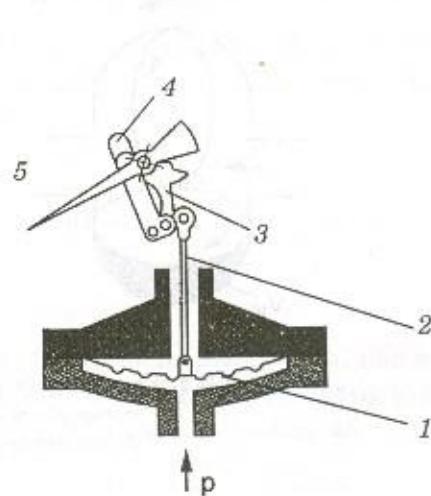
Chất lỏng chảy qua ống làm quay bánh ôvan và bánh răng, độ lớn lưu lượng được xác định bằng lượng chất lỏng chảy qua bánh ôvan và bánh răng.

5. Đo lưu lượng bằng tuabin và cánh gạt (hình 2-35)

Chất lỏng chảy qua ống làm quay cánh tuabin và cánh gạt, độ lớn lưu lượng được xác định bằng tốc độ quay của cánh tuabin và cánh gạt.

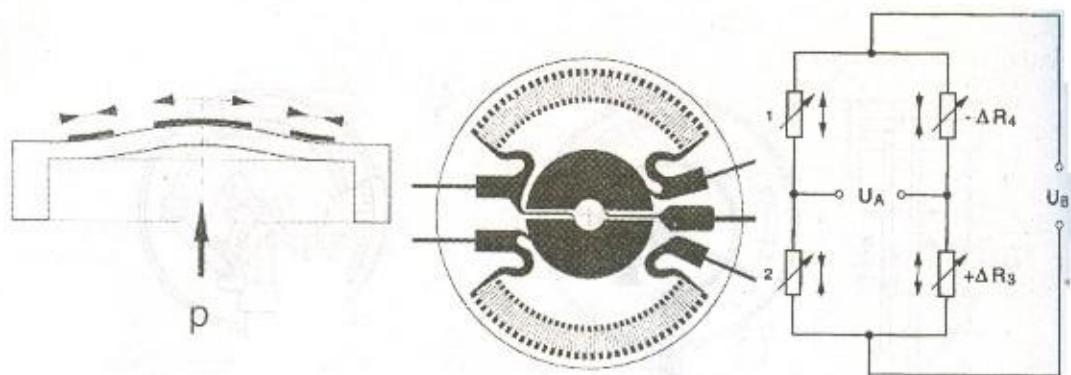
6. Đo lưu lượng theo nguyên lý độ chênh áp (hình 2-36)

Hai áp kế được đặt ở hai đầu của màng ngăn, độ lớn lưu lượng được xác định bằng độ chênh lệch áp suất (tổn thất áp suất) trên hai áp kế p_1 và p_2 .

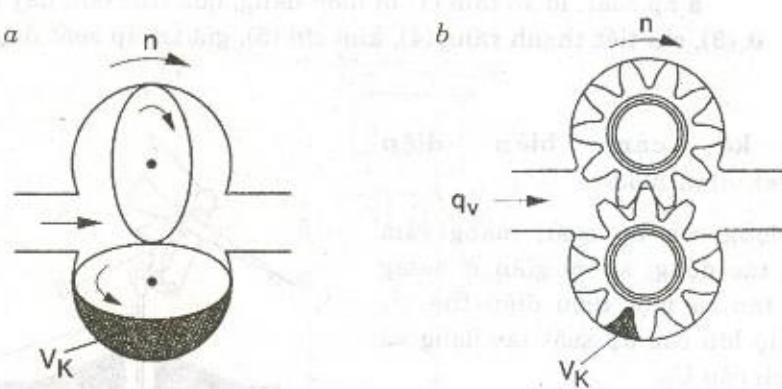


Hình 2-32 Áp kế lò xo tấm

1. Lò xo tấm;
2. Đòn bẩy;
3. Chi tiết hình đáy quạt;
4. Thanh răng;
5. Kim chỉ (hiện số).

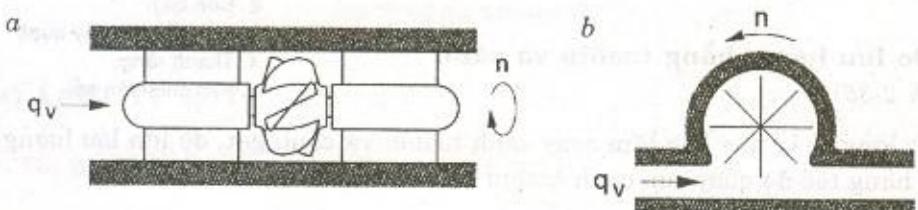


Hình 2-33 Áp kế cảm biến điện



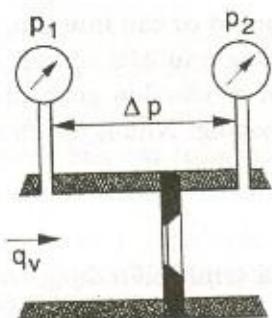
Hình 2-34 Nguyên lý đo lưu lượng bằng bánh óvan và bánh răng

- Nguyên lý đo lưu lượng bằng bánh óvan;
- Nguyên lý đo lưu lượng bằng bánh răng.



Hình 2-35 Nguyên lý đo lưu lượng bằng tuabin và cánh gạt

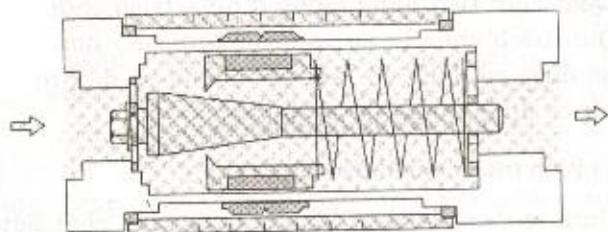
- Nguyên lý đo lưu lượng bằng tuabin;
- Nguyên lý đo lưu lượng bằng cánh gạt.



$$q_v \approx \sqrt{\Delta p}$$

7. Đo lưu lượng bằng lực căng lò xo (hình 2-37)

Chất lỏng chảy qua ống tác động vào đầu đo, trên đầu đo có gắn lò xo, lưu chất chảy qua lưu lượng kế ít hay nhiều sẽ được xác định qua kim chỉ.



Hình 2-36 Nguyên lý đo lưu lượng bằng độ chênh áp suất

Hình 2-37 Nguyên lý đo lưu lượng bằng lực căng lò xo

V. BÌNH TRÍCH CHỮA

1. Nhiệm vụ

Bình trích chứa là cơ cấu dùng trong các hệ truyền dẫn thủy lực để điều hòa năng lượng thông qua áp suất và lưu lượng của chất lỏng làm việc. Bình trích chứa làm việc theo hai quá trình: tích năng lượng vào và cấp năng lượng ra.

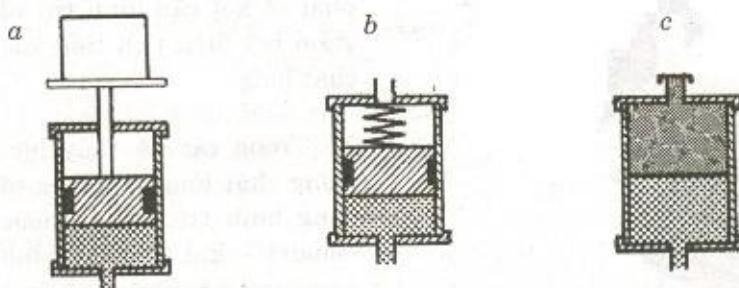
Bình trích chứa được sử dụng rộng rãi trong các loại máy rèn, máy ép, trong các cơ cấu tay máy và đường dây tự động v.v... nhằm làm giảm công suất của bơm, tăng độ tin cậy và hiệu suất sử dụng của toàn hệ thủy lực.

2. Phân loại

Theo nguyên lý tạo ra tải, bình trích chứa thủy lực được chia thành ba loại, xem hình 2-38.

a) Bình trích chứa trọng vật

Bình trích chứa trọng vật tạo ra một áp suất lý thuyết hoàn toàn cố định, nếu bỏ qua lực ma sát phát sinh ở chỗ tiếp xúc giữa cơ cấu làm kín và pít-tông và không tính đến lực quán tính của pít-tông chuyển dịch khi thể tích bình trích chứa thay đổi trong



Hình 2-38 Các loại bình trích chứa thủy lực

- a) Bình trích chứa trọng vật;
- b) Bình trích chứa lò xo;
- c) Bình trích chứa thủy khí.

quá trình làm việc. Bình trích chứa loại này yêu cầu phải bố trí trọng vật thật đối xứng so với pittông, nếu không sẽ gây ra lực thành phán ngang ở cơ cấu làm kín. Lực tác dụng ngang này sẽ làm hỏng cơ cấu làm kín và ảnh hưởng xấu đến sự ổn định của bình trích chứa. Bình trích chứa trọng vật là một cơ cấu đơn giản, nhưng công kẽm, vì vậy trong thực tế thường được bố trí ở ngoài xưởng. Những lý do trên đã hạn chế việc sử dụng loại bình này.

b) Bình trích chứa lò xo

Quá trình tích năng lượng ở bình trích chứa lò xo là quá trình biến dạng của lò xo. Bình trích chứa lò xo có quán tính nhỏ hơn so với bình trích chứa trọng vật, vì vậy nó được sử dụng để làm tắt những va đập thủy lực trong các hệ thủy lực và giữ áp suất cố định trong các cơ cấu kẹp.

c) Bình trích chứa thủy khí

Bình trích chứa thủy khí lợi dụng tính chất nén được của khí, để tạo ra áp suất chất lỏng. Tính chất này làm cho bình trích chứa có khả năng giảm chấn. Trong bình trích chứa trọng vật áp suất hầu như cố định không phụ thuộc vào vị trí của pittông. Trong bình trích chứa lò xo, áp suất thay đổi tỷ lệ tuyến tính, còn trong bình trích chứa thủy khí, áp suất chất lỏng thay đổi theo những định luật thay đổi áp suất của khí.

Theo kết cấu bình trích chứa thủy khí được chia thành hai loại chính:

- *Loại không có ngăn*
- *Loại có ngăn.*



Hình 2-39 Bình trích chứa thủy khí có ngăn

Những bình trích chứa loại không có ngăn ít gặp trong thực tế. Sở dĩ chúng không được ứng dụng rộng rãi vì có một nhược điểm rất cơ bản: khí tiếp xúc trực tiếp với chất lỏng. Trong quá trình làm việc khí sẽ xâm nhập vào chất lỏng và gây ra sự làm việc không ổn định cho toàn hệ thống. Muốn khắc phục nhược điểm này, bình trích chứa phải có kết cấu hình trụ nhỏ và dài để giảm bớt diện tích tiếp xúc giữa khí và chất lỏng.

Trong các hệ thủy lực yêu cầu lưu lượng chất lỏng làm việc lớn thường sử dụng bình trích chứa nước - khí hoặc êmunxi - khí. Những bình trích chứa này cùng với những thiết bị khác được bố trí thành trạm nguồn cung cấp chung cho một số máy làm việc.

Khi thiết kế và sử dụng bình loại này phải chú ý duy trì mức chất lỏng ít nhất trong bình trích chứa. Chỉ được phép sử dụng 2/3 thể tích làm việc của chất lỏng trong bình trích chứa.

Bình trích chứa thủy khí có ngăn phân cách hai môi trường, xem *hình 2-39*, được sử dụng rộng rãi trong những hệ thủy lực di động. Phụ thuộc vào kết cấu của ngăn phân cách, bình loại này được phân ra nhiều kiểu: kiểu pittông, kiểu màng v.v...

Bình trích chứa loại này không yêu cầu những thiết bị đặc biệt để theo dõi mức chất lỏng làm việc như ở loại không có ngăn.

Cấu tạo của bình trích chứa có ngăn bằng màng, xem *hình 2-40* gồm: trong khoang trên của bình trích chứa thủy khí, được nạp khí với áp suất nạp vào p_n , khi không có chất lỏng làm việc trong bình trích chứa. Nếu ta gọi p_{min} là áp suất nhỏ nhất của chất lỏng làm việc của bình trich chứa, thì $p_n \approx p_{min}$. Áp suất p_{max} của chất lỏng đạt được khi thể tích chất lỏng trong bình có được ứng với giá trị cho phép lớn nhất của áp suất khí trong khoang trên.

Khí sử dụng trong bình trích chứa thường là khí nitơ hoặc không khí, còn chất lỏng làm việc là dầu. Trong bình trich chứa thủy khí có ngăn thì việc làm kín giữa hai khoang khí và chất lỏng là vô cùng quan trọng, đặc biệt là đối với loại bình làm việc ở áp suất cao và nhiệt độ thấp. Bình trich chứa được làm kín kiểu này có thể làm việc ở áp suất chất lỏng đến 100 kG/cm^2 .

Bình trich chứa thủy khí có ngăn là màng đàn hồi, đảm bảo độ kín tuyệt đối giữa hai khoang khí và chất lỏng làm việc. Vì ở loại bình trich chứa này không có chi tiết dịch chuyển như ở bình kiểu pittông nên không xuất hiện lực quán tính.

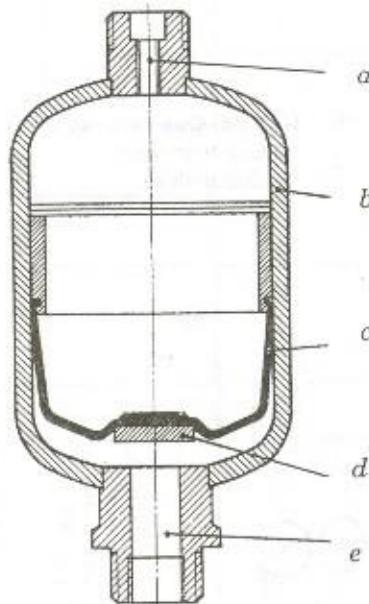
Bình trich chứa kiểu này không yêu cầu nạp khí lại ngay cả khi thời gian làm việc bị gián đoạn dài. Đối với bình trich chứa thủy khí có ngăn chia đàn hồi, nên sử dụng khí nitơ, vì không khí sẽ làm cao su mau hỏng.

Nguyên tắc hoạt động của bình trich chứa thủy khí có màng ngăn đàn hồi trong quá trình nạp và quá trình xả, xem *hình 2-41*.

3) Ví dụ ứng dụng

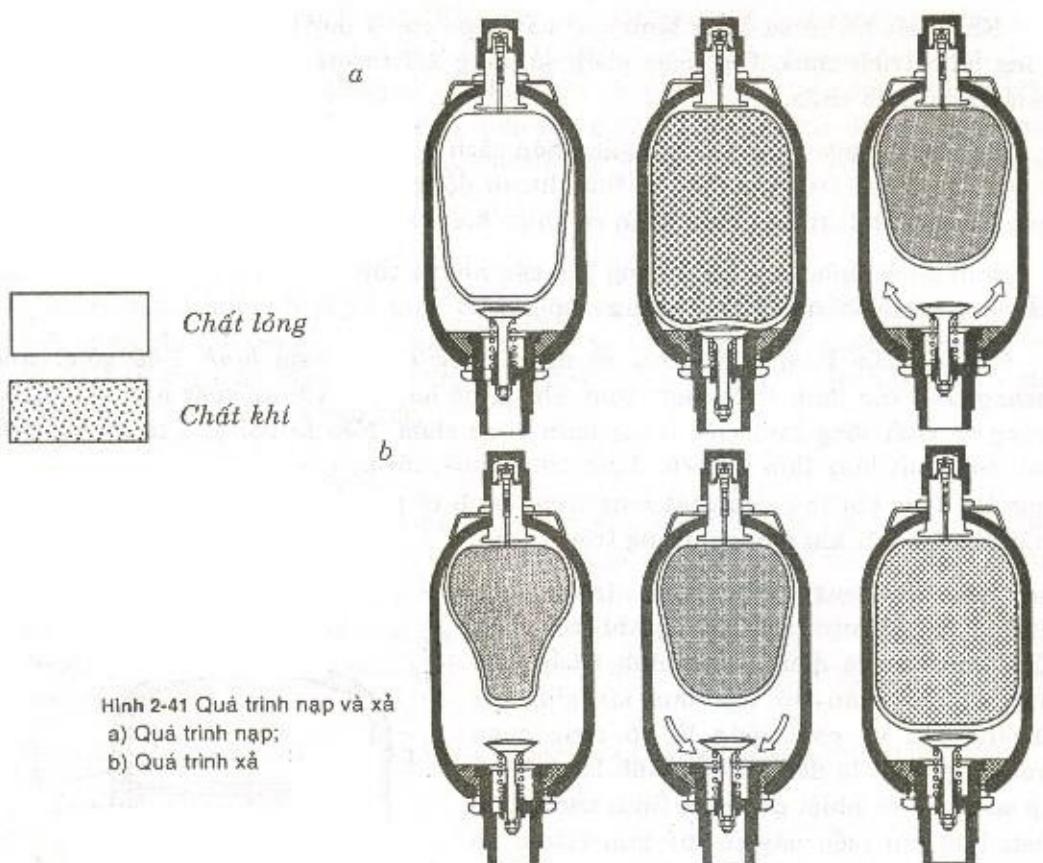
Giữ áp suất kẹp chi tiết trong quá trình gia công (hình 2-42)

Trong quá trình gia công, chi tiết luôn luôn kẹp chặt bởi áp suất dầu. Trong trường hợp có sự cố của hệ thống thủy lực (ví dụ khi bơm mất điện), thì dưới áp suất của dầu trong bình trich chứa, chi tiết vẫn nằm vị trí cũ.

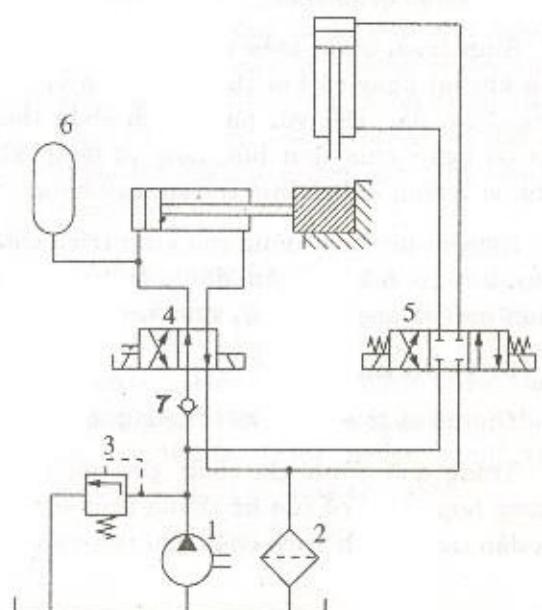


Hình 2-40 Cấu tạo bình trich chứa thủy khí có ngăn

- a) Ống cho khí vào;
- b) Thân bình trich chứa;
- c) Màng ngăn;
- d) Đè van;
- e) Ống cho dầu vào.



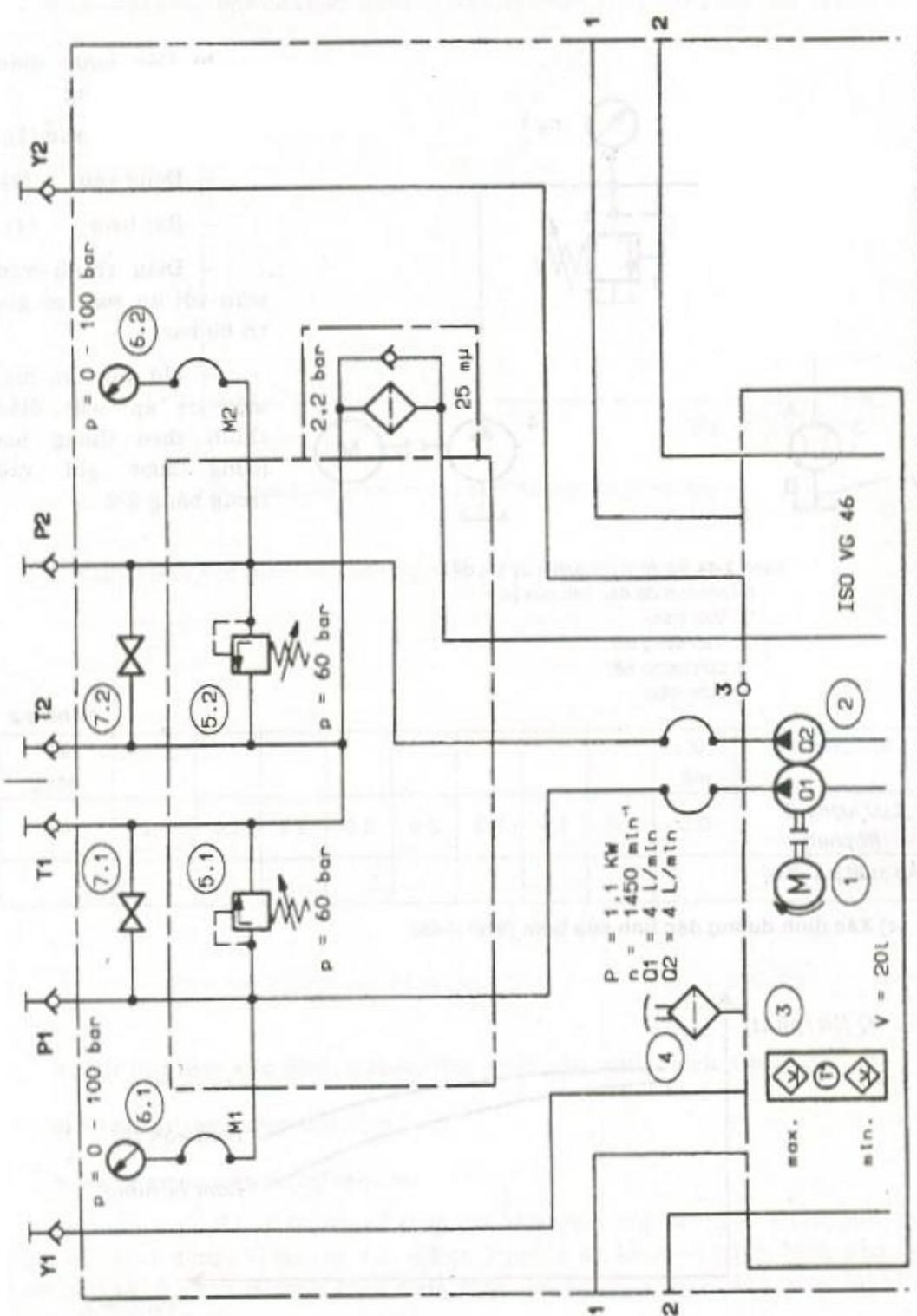
Hình 2-41 Quá trình nạp và xả
a) Quá trình nạp;
b) Quá trình xả



Hình 2-42 Bình trích chứa thủy lực
lắp trong mạch điều khiển

VI. THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH ĐẶC TÍNH

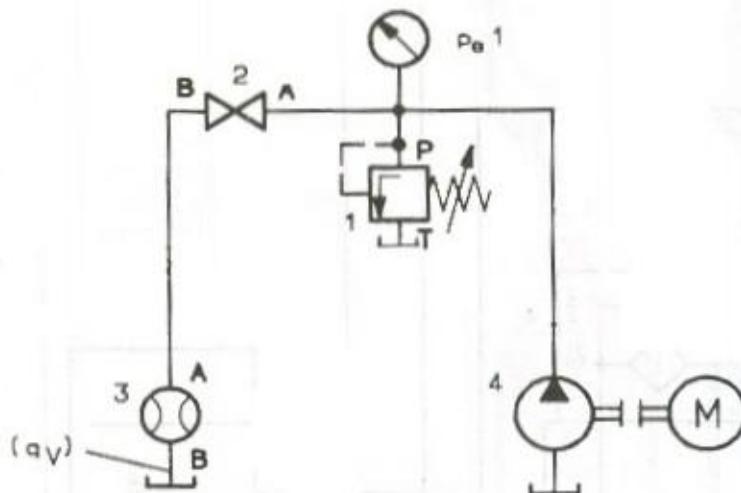
1. Sơ đồ bàn thí nghiệm (hình 2-43)



Hình 2-43 Sơ đồ mạch thủy lực của bàn thí nghiệm

2. Thí nghiệm xác định đường đặc tính của bơm

a) Sơ đồ lắp ráp thí nghiệm (hình 2-44)



b) Các bước điều chỉnh để đo lưu lượng

- Mở van tràn (1).

- Đóng van (2).

- Bật bơm (4).

- Điều chỉnh van tràn với áp suất có giá trị 60 bar.

- Mở van (2), mỗi một trị áp suất điều chỉnh theo thang lưu lượng được ghi vào trong bảng 2-2.

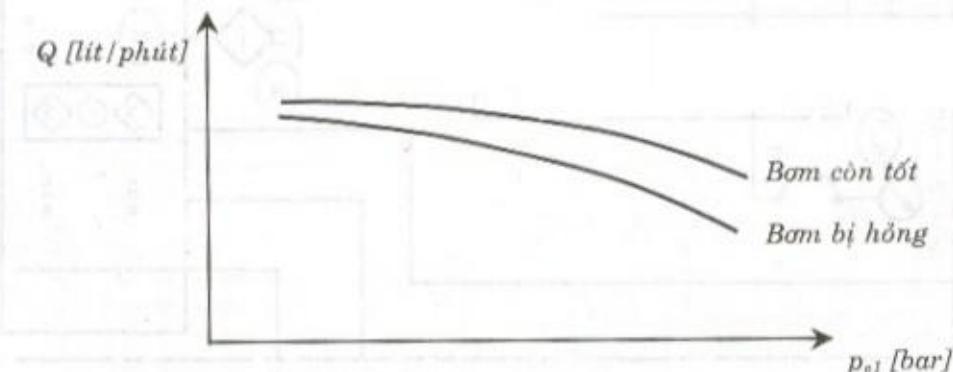
Hình 2-44 Sơ đồ lắp mạch thủy lực để thí nghiệm đo đặc tính của bơm

1. Van tràn;
2. Van đóng mở;
3. Lưu lượng kế;
4. Bơm dầu.

BẢNG 2-2

Vị trí van 2	0° mở									90° đóng
Lưu lượng Q [lit/phút]	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,2	4,5
Áp suất p_{e1} [bar]										

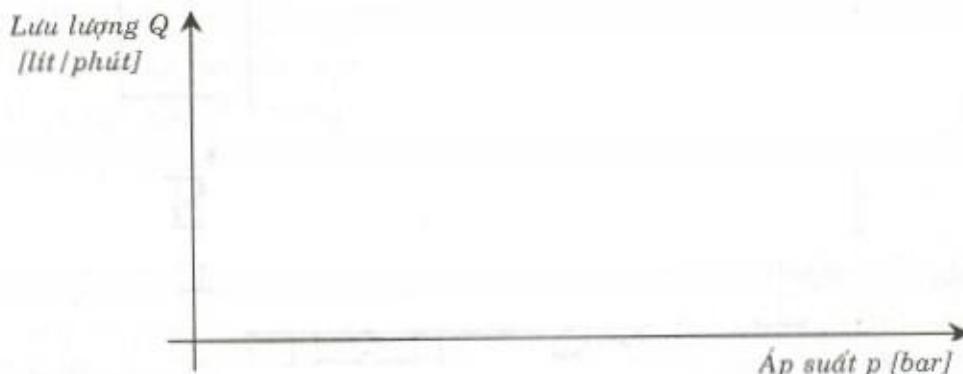
c) Xác định đường đặc tính của bơm (hình 2-45)



Hình 2-45 Đường đặc tính và đánh giá khả năng làm việc của bơm

Khi áp suất p_{e1} càng tăng, lưu lượng Q thay đổi càng ít, chứng tỏ là bơm vẫn còn ổn định. Khi áp suất p_{e1} càng tăng, lưu lượng Q thay đổi càng giảm, tức là tổn thất thể tích qua bơm lớn, chứng tỏ là bơm cũ.

d) Vẽ đường đặc tính của bơm: theo số liệu đo được trong bảng 2-2 vào hình 2-46.



Hình 2.46 Đường đặc tính của bơm theo kết quả thí nghiệm

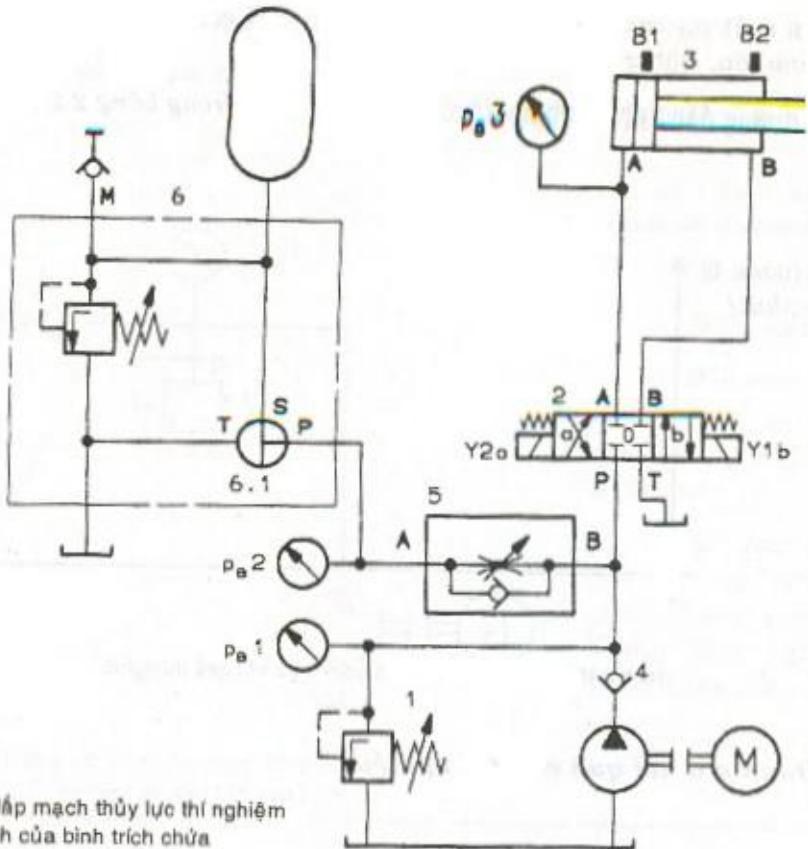
e) *Dánh giá kết quả của thí nghiệm*

3. Thi nghiệm xác định đường đặc tính của bình trích chứa

a) Sơ đồ lắp ráp thí nghiệm (hình 2-47)

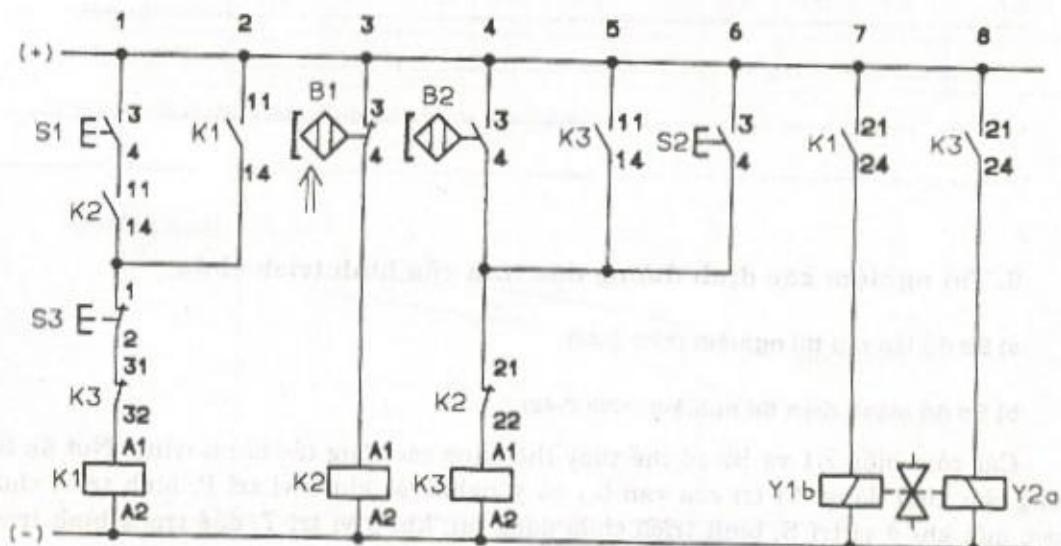
b) Sơ đồ mạch điện thí nghiệm (hình 2-48)

Các cảm biến B1 và B2 có thể thay thế bằng các công tắc hành trình. Nút ấn S1 dùng cho khởi động. Vị trí của van 6.1 có ý nghĩa là: khi ở vị trí P, bình trích chứa được mở; khi ở vị trí S, bình trích chứa đóng lại; khi ở vị trí T, dầu trong bình trích chứa xả về thùng dầu.



Hình 2-47 Sơ đồ lắp mạch thủy lực thí nghiệm xác định đặc tính của bình tích chứa

- 1. Van trần; 2. Van đảo chiều;
- 3. Xilanh; 4. Van 1 chiều;
- 5. Van tiết lưu 1 chiều;
- 6. Bình tích chứa;
- 6.1 Van đóng, mở;
- p_{a1}, p_{a2}, p_{a3} - Áp kế.



Hình 2-48 Sơ đồ mạch điện điều khiển

c) Các bước điều chỉnh để đo

- Lắp ráp mạch thủy lực.
- Lắp ráp mạch điện.
- Van cửa bình trích chứa ở vị trí T.
- Mở van tràn (1)
- Đóng bơm.
- Điều chỉnh van tràn có giá trị 60 bar.
- Van tiết lưu (5) điều chỉnh độ mở với vận tốc xilanh chậm (5/6 vòng xoay).
- Van cửa bình trích chứa 6.1 ở vị trí P.
- Ghi các giá trị đo được vào bảng 2-3.

BẢNG 2-3

Áp suất p_{e2} [bar]	Thời gian nạp [s]	Số hành trình xilanh đi tới	Số hành trình xilanh đi lùi về	Lưu lượng Q [lit/phút]
20				
30				
40				
50				
60				

d) Đánh giá kết quả thí nghiệm

CHƯƠNG 3

HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN BẰNG THỦY LỰC

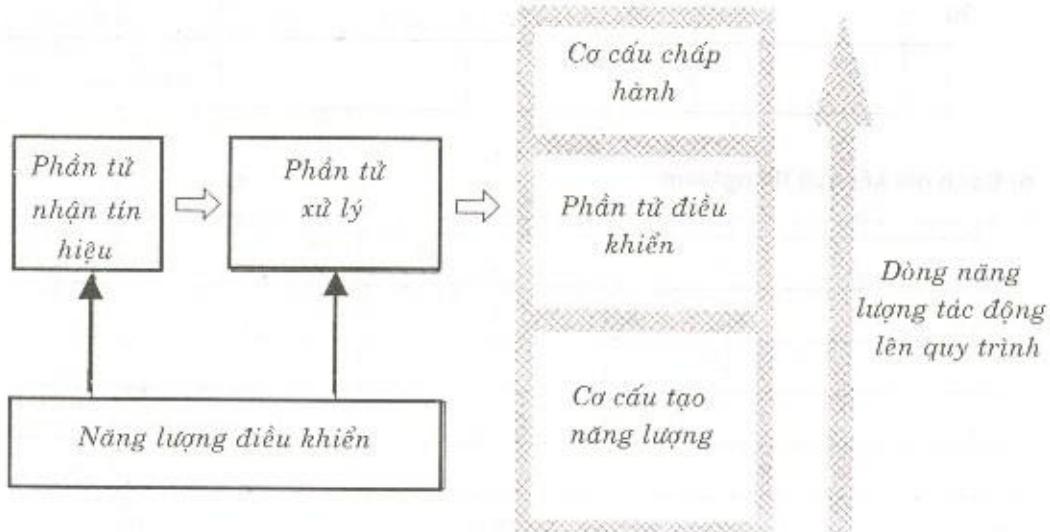
I. KHÁI NIỆM

1. Hệ thống điều khiển

Hệ thống điều khiển bằng thủy lực được mô tả qua sơ đồ *hình 3-1*, gồm các cụm và phần tử chính, có chức năng sau:

- *Cơ cấu tạo năng lượng*: bơm dầu, bộ lọc..
- *Phần tử nhận tín hiệu*: các loại nút ấn ..
- *Phần tử xử lý*: van áp suất, van điều khiển từ xa..
- *Phần tử điều khiển*: van đảo chiều..
- *Cơ cấu chấp hành*: xilanh, động cơ dầu,

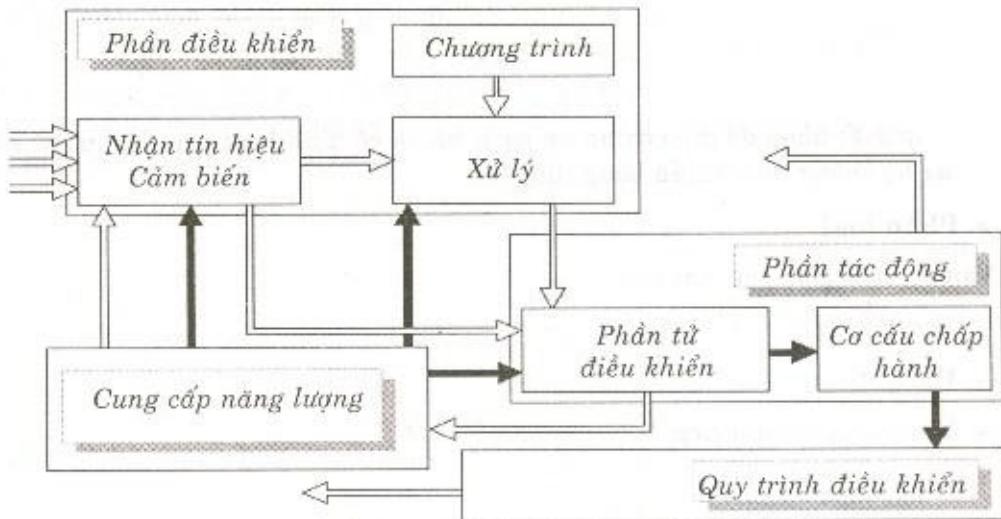
Năng lượng để điều khiển có thể bằng thủy lực hoặc bằng điện.



Hình 3-1 Hệ thống điều khiển bằng thủy lực

2. Sơ đồ khối của hệ thống điều khiển

Sơ đồ khối của hệ thống điều khiển, xem *hình 3-2*.

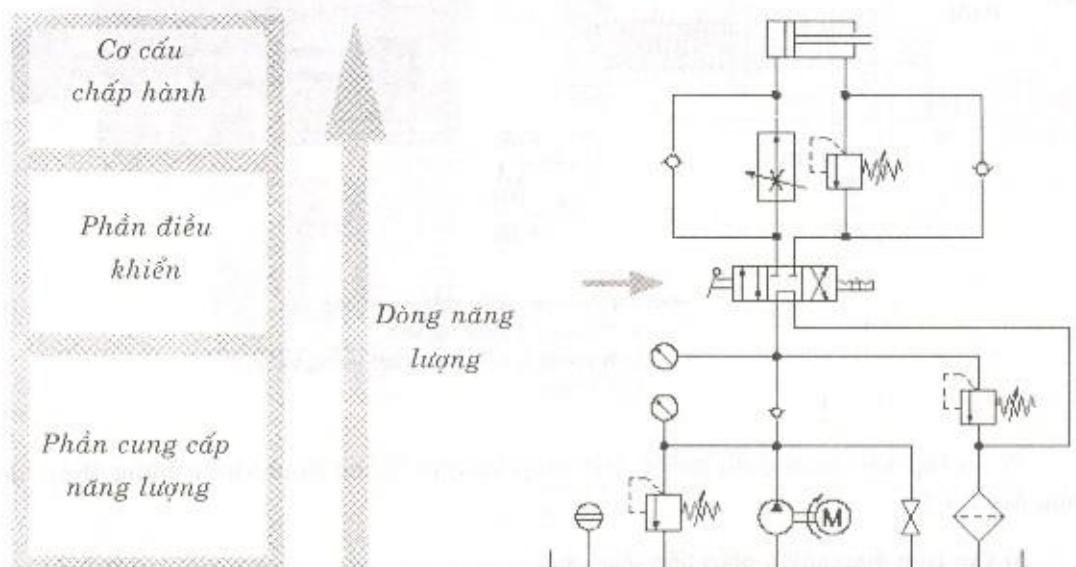


Hình 3-2 Sơ đồ khối hệ thống điều khiển

3. Sơ đồ cấu trúc hệ thống điều khiển bằng thủy lực

Hình 3-3 là sơ đồ cấu trúc của một hệ thống điều khiển bằng thủy lực. Trong phần điều khiển của cuốn sách này được chia thành 2 nhóm :

- Năng lượng cấp cho phần điều khiển là thủy lực, ta gọi là hệ thống điều khiển bằng thủy lực.
- Năng lượng cấp cho phần điều khiển là điện, ta gọi là hệ thống điều khiển bằng điện - thủy lực.



Hình 3-3 Cấu trúc hệ thống điều khiển bằng thủy lực

II. VAN ÁP SUẤT

1. Nhiệm vụ

Van áp suất dùng để điều chỉnh áp suất, tức là cố định hoặc tăng, giảm trị số áp suất trong hệ thống điều khiển bằng thủy lực.

2. Phân loại

Van áp suất gồm các loại sau :

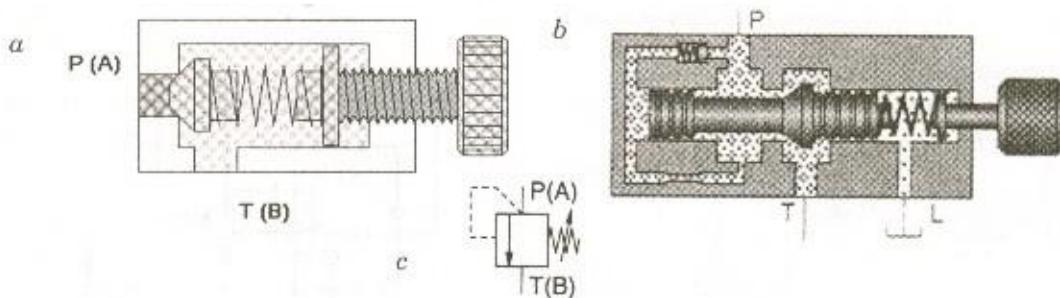
- Van tràn.
- Van giảm áp.
- Van đóng, mở nối tiếp.
- Van cản.
- Van đóng, mở cho bình tích chứa thủy lực.

3. Van tràn

Dùng để hạn chế việc tăng áp suất chất lỏng trong hệ thống thủy lực vượt quá trị số quy định.

a) Van tràn điều khiển trực tiếp (hình 3-4)

Nguyên tắc làm việc của van tràn dựa trên sự cân bằng tác dụng của những lực ngược chiều nhau trên nút van hoặc con trượt : lực tạo thành bởi kết cấu van (lò xo) và áp suất của chất lỏng.



Hình 3-4 Van tràn điều khiển trực tiếp

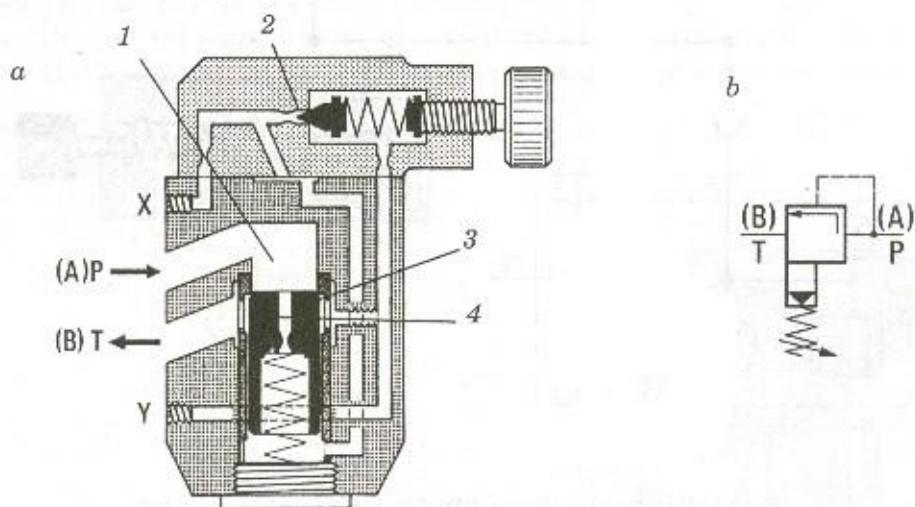
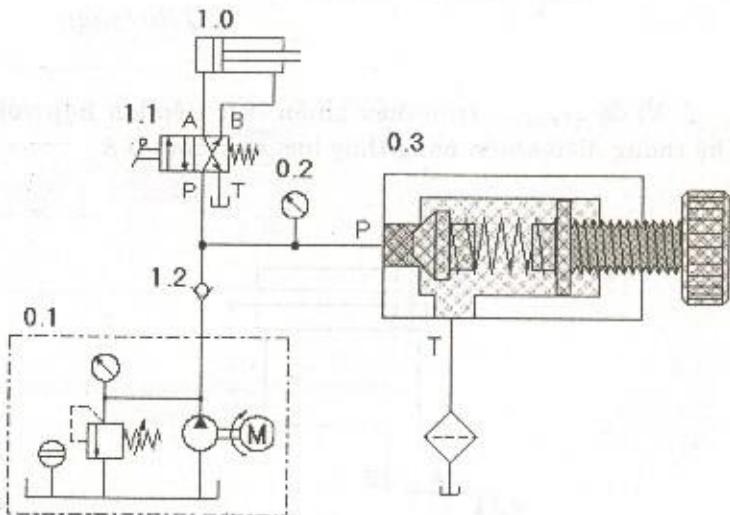
- a) Nguyên lý kiểu nút van;
- b) Nguyên lý kiểu con trượt (nòng van);
- c) Ký hiệu.

Ví dụ lắp van tràn điều khiển trực tiếp vào hệ thống điều khiển bằng thủy lực, xem hình 3-5.

b) Van tràn điều khiển gián tiếp (hình 3-6)

Van tràn điều khiển trực tiếp không sử dụng được trong các hệ thống thủy lực có áp suất cao, bởi vì kích thước của van, nút van sẽ lớn, lực lò xo phải tăng quá mức

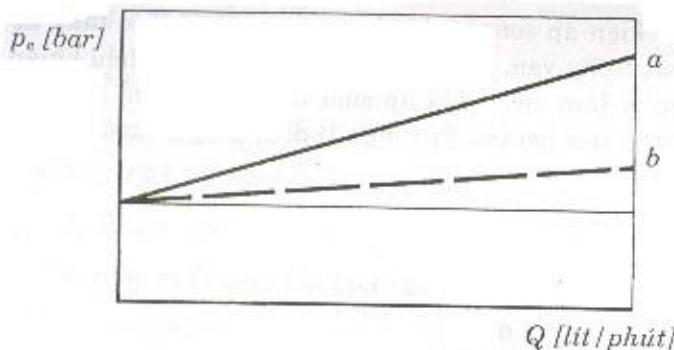
cho phép. Để giảm lực lò xo ở điều kiện áp suất và lưu lượng lớn, đồng thời tăng độ nhạy của van và ổn định về áp suất trong van, người ta sử dụng van tràn điều khiển gián tiếp (van tràn 2 cấp). Nguyên lý làm việc : khi áp suất ở (1) tăng lên, nút van (2) sẽ mở ra, hình thành hiệu ứng ở lỗ tiết lưu (4). Pittông (3) dịch chuyển xuống, dầu sẽ theo rãnh T về thùng.



Hình 3-6 Van tràn điều khiển gián tiếp

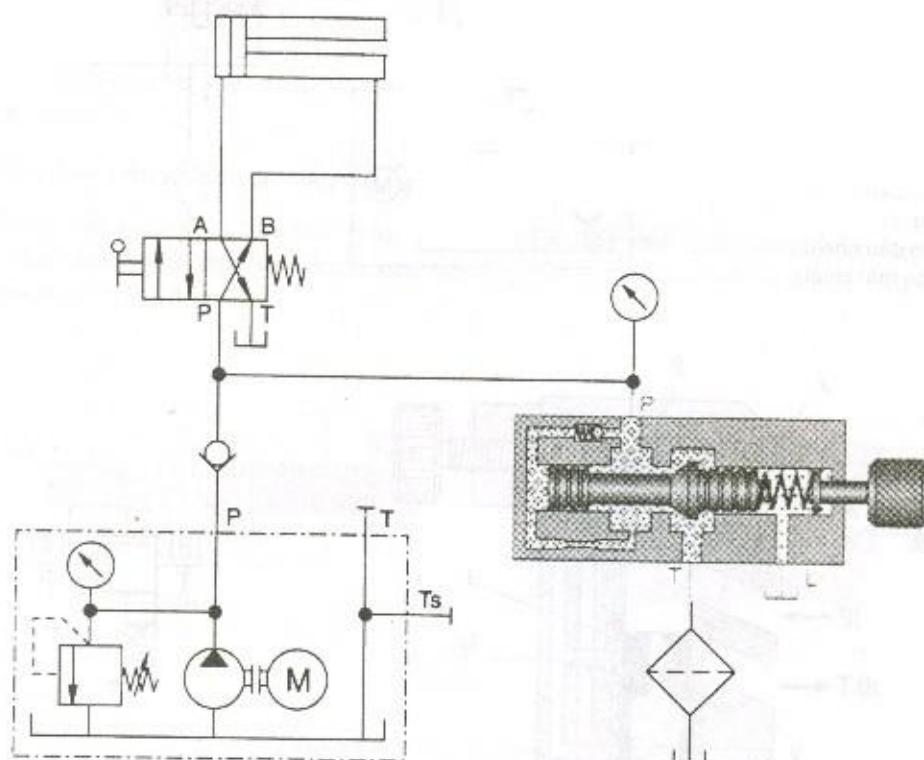
- a) Nguyên lý làm việc;
- b) Ký hiệu.

Một trong những đặc tính quan trọng của van tràn là sự thay đổi áp suất điều chỉnh khi thay đổi lưu lượng Q . Sự thay đổi này càng ít, van làm việc càng tốt. Đường biểu diễn sự thay đổi áp suất theo lưu lượng gọi là đường đặc tính của van (hình 3-7).



Hình 3-7 Đường đặc tính van tràn
 a) Đường đặc tính của van tràn điều khiển trực tiếp;
 b) Đường đặc tính của van tràn điều khiển gián tiếp.

Ví dụ lắp van tràn điều khiển trực tiếp kết hợp với bộ lọc đặt ở đường xả trong hệ thống điều khiển bằng thủy lực, xem hình 3-8.



Hình 3-8 Mạch thủy lực lắp van tràn điều khiển trực tiếp và bộ lọc

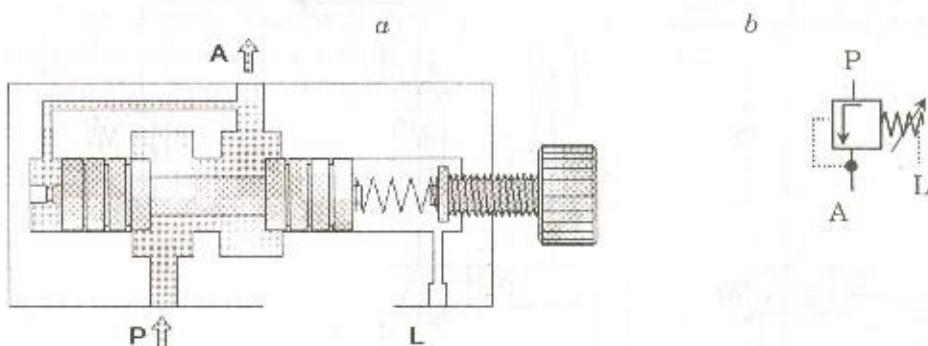
4.Van giảm áp

Van giảm áp được sử dụng khi cần cung cấp chất lỏng từ nguồn (bơm) cho một số cơ cấu chấp hành có những yêu cầu khác nhau về áp suất. Trong trường hợp này, người ta phải cho bơm làm việc với áp suất lớn nhất và dùng van giảm áp đặt trước cơ cấu chấp hành để giảm áp suất đến một trị số cần thiết

Nguyên lý hoạt động và cấu tạo của van giảm áp như sau :

a) Van giảm áp điều khiển trực tiếp (hình 3-9)

Nguyên tắc làm việc của van giảm áp dựa trên sự cân bằng tác dụng của những lực ngược chiều nhau trên nút van : lực tạo thành bởi kết cấu van (lò xo) và áp suất của chất lỏng tại cửa ra A.



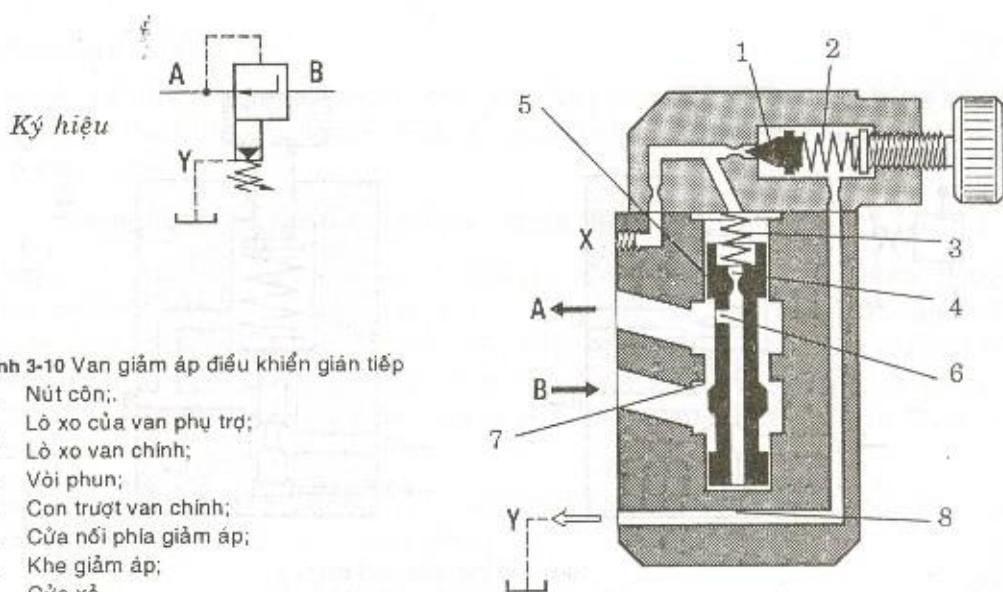
Hình 3-9 Van giảm áp điều khiển trực tiếp

- a) Nguyên lý;
- b) Ký hiệu.

b) Van giảm áp điều khiển gián tiếp (hình 3-10)

Dòng thủy lực sẽ chảy từ B qua A qua rãnh (7), khi áp suất được điều chỉnh giảm áp theo yêu cầu, khi đó nút côn (1) sẽ đóng lại. Khi áp suất ở cửa A tăng lên, tạo chênh lệch áp ở vòi phun (4), nút côn (1) sẽ mở ra, con trượt (5) sẽ dịch chuyển lên, như vậy khe hở (7) nhỏ lại, áp suất ở cửa A sẽ giảm xuống và giữ mức ổn định.

Áp suất ở cửa A có giá trị: $p_A = p_B - \Delta p$



Hình 3-10 Van giảm áp điều khiển gián tiếp

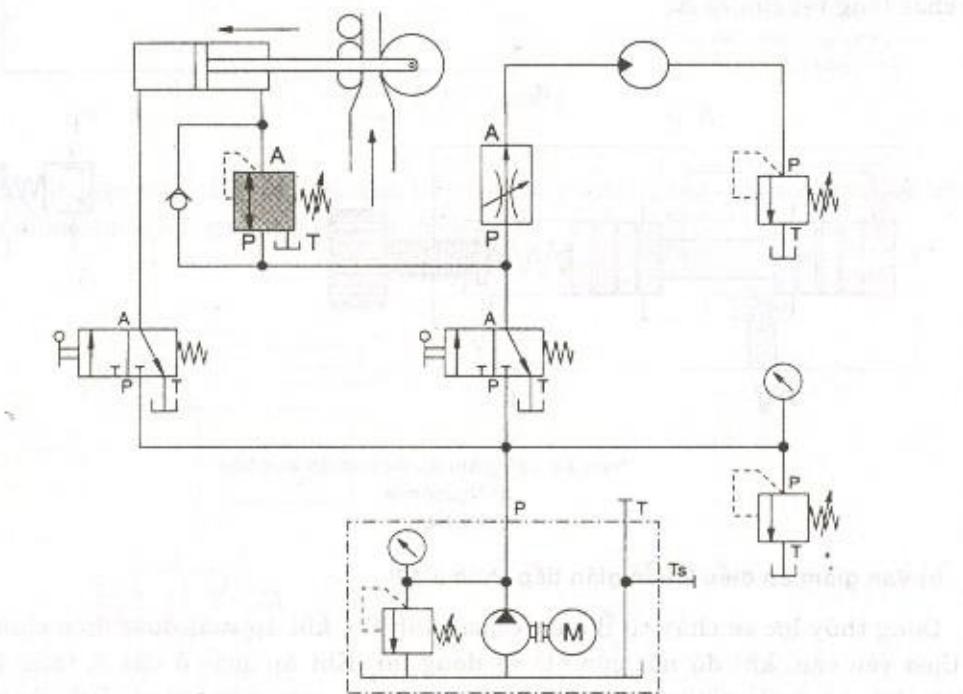
1. Nút côn;
2. Lò xo của van phụ trợ;
3. Lò xo van chính;
4. Vòi phun;
5. Con trượt van chính;
6. Cửa nối phía giảm áp;
7. Khe giảm áp;
8. Cửa xả.

Trong đó :

$\Delta p = Tỗn thất áp suất từ B sang A.$

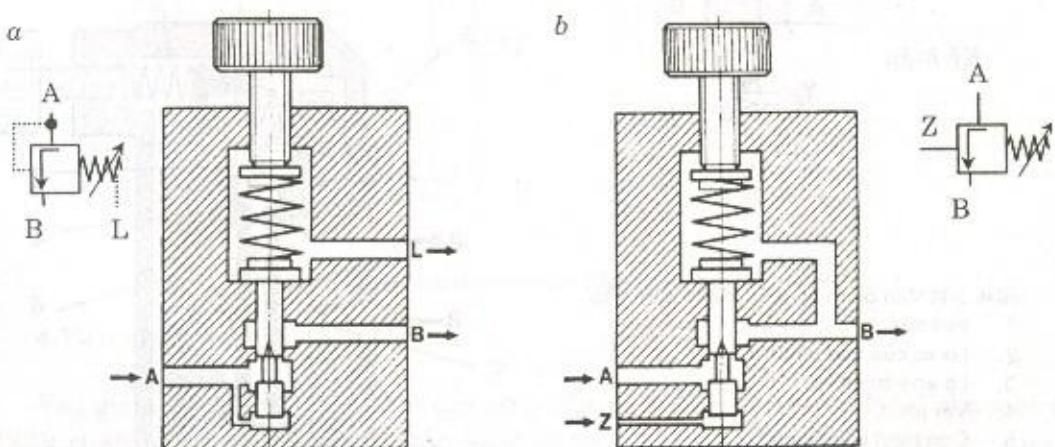
So sánh với van giảm áp điều khiển trực tiếp, thì van giảm áp điều khiển gián tiếp có kích thước nhỏ gọn hơn.

Hình 3-11 là ví dụ ứng dụng van giảm áp để thực hiện quy trình cán chi tiết.



Hình 3-11 Mạch thủy lực cho quy trình cán chi tiết

5. Van đóng mở nối tiếp (hình 3-12)



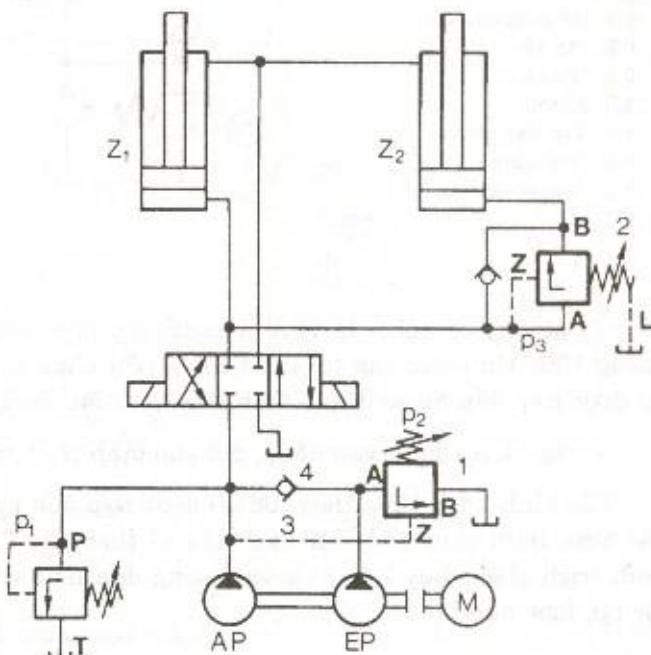
Hình 3-12 Van đóng mở nối tiếp

a) Áp suất điều khiển ở cửa A và ký hiệu:

b) Áp suất điều khiển từ nguồn khác qua cửa Z và ký hiệu.

Van được sử dụng trong trường hợp khi có yêu cầu mở, đóng nối tiếp hai dòng chất lỏng áp suất, mà quá trình mở, đóng một dòng được thực hiện nhờ tín hiệu áp suất của dòng kia (*hình 3-12a*) hoặc áp suất từ nguồn khác qua cửa Z (*hình 3-12b*). Chức năng làm việc của van đóng mở nối tiếp tương tự như van tràn.

Nhiệm vụ của van đóng, mở nối tiếp xem *hình 3-13*. Van mở được thực hiện trong trường hợp khi dòng chất lỏng qua van đảo chiều để thực hiện chuyển động làm việc, khi này bơm EP (có lưu lượng lớn) thực hiện chạy dao nhanh qua van mở (1) cho dầu trở về thùng chứa. Van đóng thực hiện cho xilanh Z2, trong trường hợp khi áp suất trong xilanh Z1 đã đạt giá trị p_3 .



Hình 3-13 Mạch thủy lực

- có lắp van đóng mở
1, 2. Van đóng mở nối tiếp;
3. Ống dẫn cho cửa Z;
4. Van 1 chiều.

6. Van cản (*hình 3.14*)

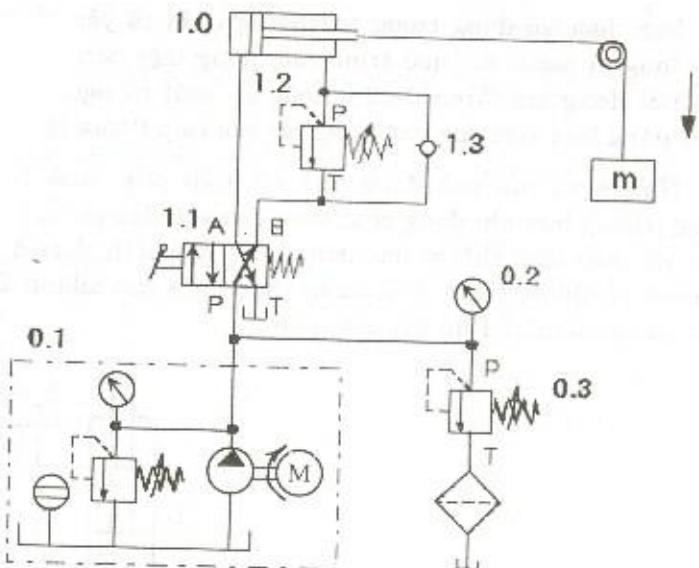
Van cản có nhiệm vụ giảm vận tốc chuyển động của cơ cấu chấp hành tại vị trí cuối hành trình hay bắt đầu hành trình để cơ cấu chấp hành cứng vững, an toàn, không bị rung động.

7. Van đóng, mở cho bình trích chứa thủy lực (hình 3-15)

Nguyên lý làm việc của van này như sau : cửa P được nối với nguồn (bơm). Khi bình trích chứa thủy lực được nạp đến áp suất quy định qua van một chiều (3) của cửa S, nó sẽ đẩy nòng van (5) của van phụ trợ (2), làm cho mặt côn (6) sẽ dịch chuyển lên trên. Xuất hiện hiệp áp trên vòi phun (4) và như vậy nòng van chính (8) sẽ dịch chuyển về bên trái. Dầu từ bơm lên từ cửa P sẽ qua cửa T trở về bể dầu.

Hiệu áp nạp lớn nhất và nhỏ nhất của bình trích chứa thủy lực là hằng số được xác định bằng tỷ số của diện tích nòng van :

$$\frac{A_{K6}}{A_{K5}} = 0,85$$

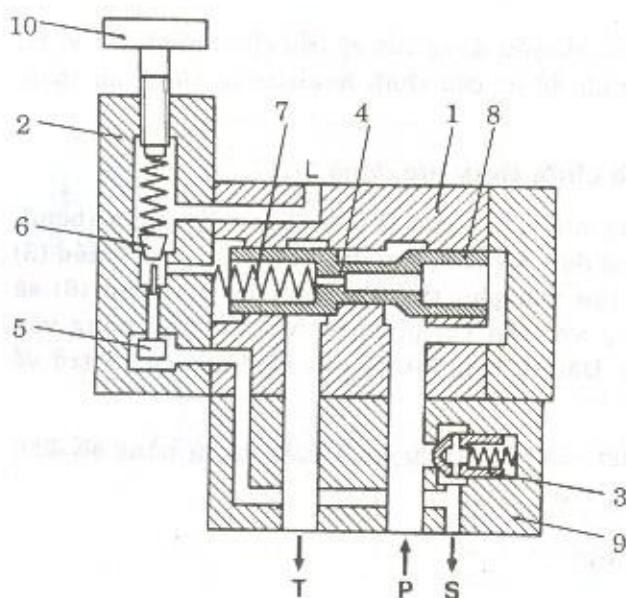


Hình 3-14 Mạch thủy lực có lắp van cản
 0.1. Bộ cung cấp dầu;
 0.2. Áp kế;
 0.3. Van tràn;
 1.0. Xilanh;
 1.1 Van đảo chiều;
 1.2. Van cản;
 1.3. Van một chiều.

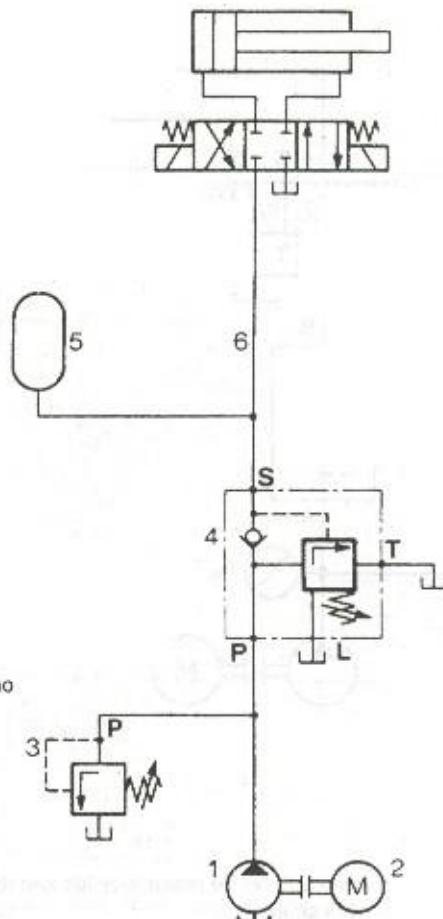
Tỷ số này có nghĩa là : khi áp suất lớn nhất trong bình trích chứa thủy lực giảm xuống 15%, thì nòng van (8) lại dịch về bên phải và như vậy bình trích chứa thủy lực lại được nạp đến áp suất quy định qua van một chiều (3) của cửa S.

Ví dụ : Ứng dụng van đóng, mở cho bình trích chứa thủy lực, xem hình 3-16.

Khi bình trích chứa thủy lực (5) được nạp đến áp suất quy định qua van đóng, mở cho bình trích chứa thủy lực (4), dầu sẽ theo cửa T về thùng dầu. Khi áp suất trong bình trích chứa thủy lực (5) giảm xuống đến mức cho phép, thì bình trích chứa thủy lực lại được nạp lại.



Hình 3-15 Nguyên lý làm việc van đóng mở cho bình trích chứa thủy lực
 1. Thân van;
 2. Van phụ trợ;
 3. Van một chiều;
 4. Vòi phun;
 5. Nòng van;
 6. Mặt côn;
 7. Lò xo;
 8. Nòng van chính;
 9. Đế van;
 10. Vít điều chỉnh.



Hình 3-16 Ví dụ ứng dụng van đóng mở cho bình trích chứa thủy lực

1. Bơm;
2. Động cơ điện;
3. Van tràn;
4. Van đóng mở cho bình trích chứa;
5. Bình trích chứa;
6. Ống dẫn.

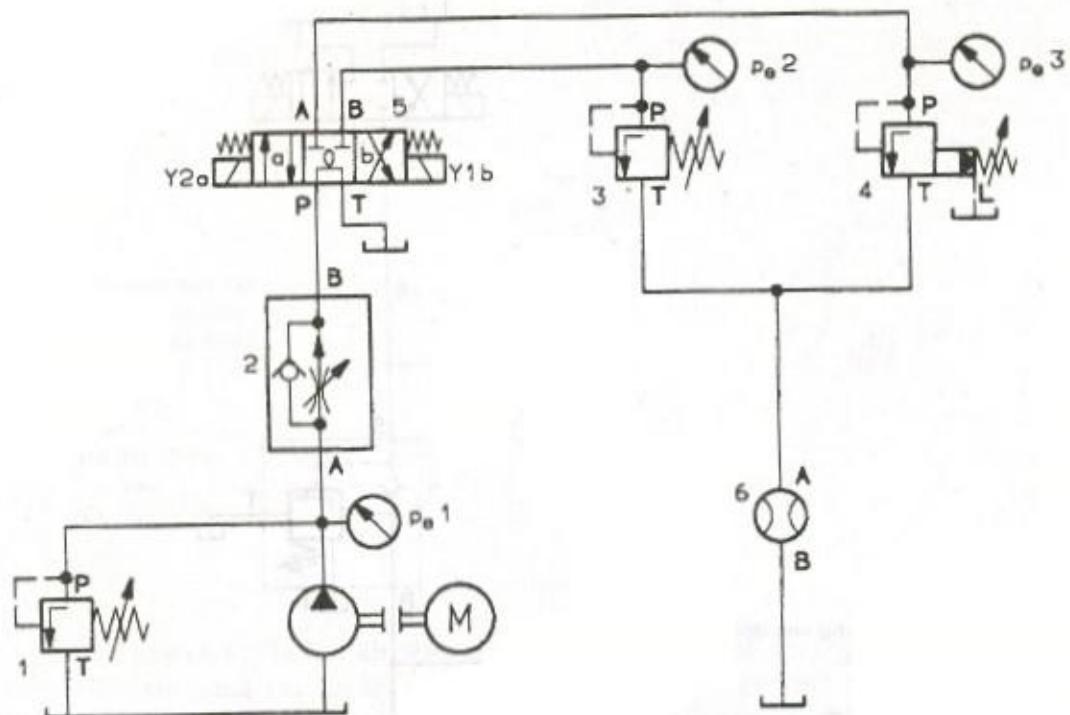
8. Xác định đường đặc tính của van tràn

a) Sơ đồ lắp mạch thủy lực xác định đặc tính của van tràn (hình 3-17)

- Thí nghiệm thứ nhất : Xác định đường đặc tính của van tràn điều khiển trực tiếp, van (3).
- Thí nghiệm thứ hai : Xác định đường đặc tính của van tràn điều khiển gián tiếp, van (4).

b) Các bước điều chỉnh để đo

- Mở van tràn (1).
- Đóng van (2).
- Bật bơm.
- Điều chỉnh van tràn (1) với áp suất 25 bar.
- Mở van tiết lưu (2), điều chỉnh tương ứng với thang áp suất $p_e 2$ và $p_e 3$, các giá trị của lưu lượng được ghi trong bảng.
- Ghi các giá trị đo được vào bảng 3.1.



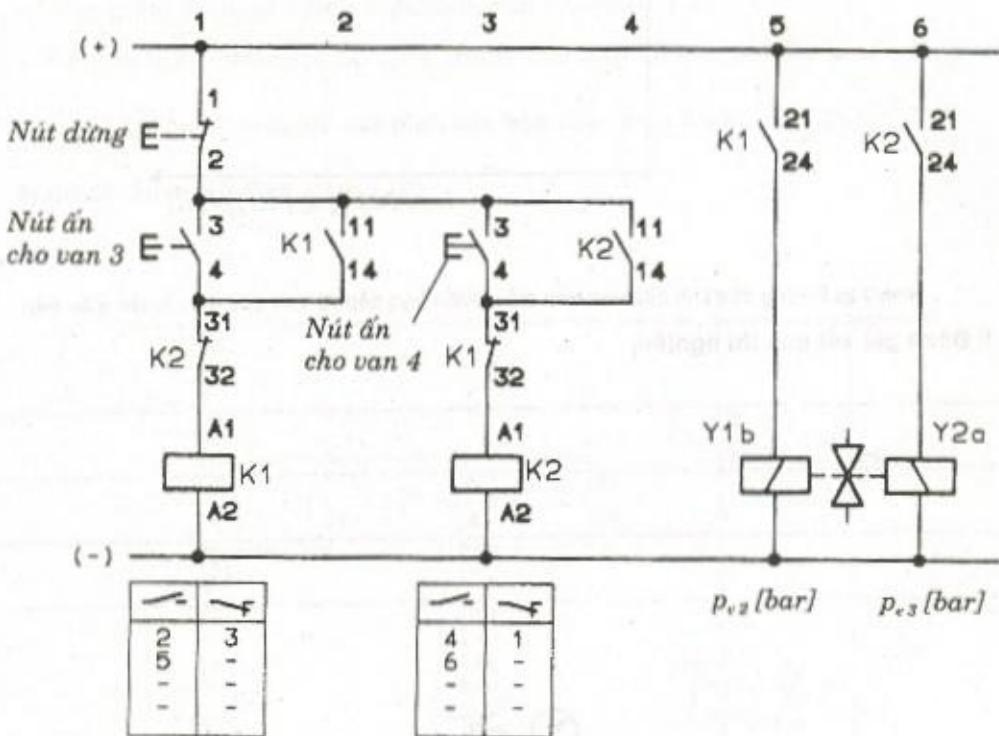
Hình 3-17 Sơ đồ mạch thủy lực xác định đặc tính van tràn

1. Van tràn;
2. Bộ ổn tốc;
3. Van tràn điều khiển trực tiếp;
4. Van tràn điều khiển gián tiếp;
5. Van đảo chiều;
6. Lưu lượng kế.

BẢNG 3-1

Van tiết lưu 2	Van tràn điều khiển trực tiếp		Van tràn điều khiển gián tiếp	
	lưu lượng Q [lit/phút]	áp suất p _e 2 [bar]	lưu lượng Q [lit/phút]	áp suất p _e 3 [bar]
vị trí 1	0,5	ví dụ : 8 bar		ví dụ : 8 bar
vị trí 2	1,0			
vị trí 3	1,5			
vị trí 4	2,0			
vị trí 5	2,5			
vị trí 6	3,0			
vị trí 7	3,5			

c) Sơ đồ lắp ráp mạch điện (hình 3-18)



Hình 3-18 Sơ đồ lắp mạch điện để xác định đặc tính của van tràn

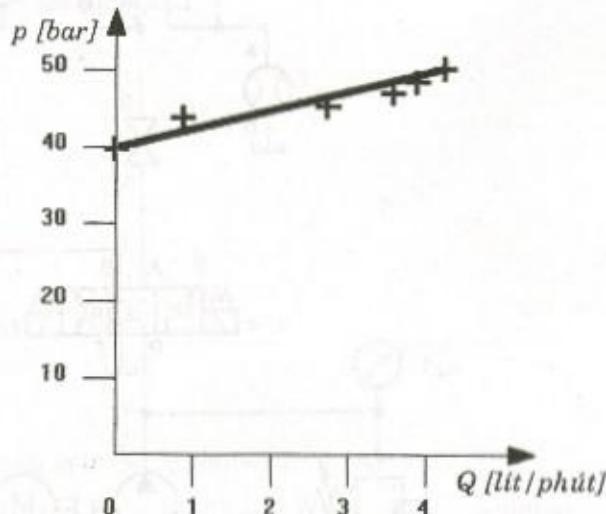
d) Đặc tính của van tràn (hình 3-19)

Một trong những đặc tính quan trọng nhất của van tràn là sự thay đổi áp suất điều chỉnh p khi thay đổi lưu lượng Q. Sự thay đổi này càng ít, van làm việc càng tốt.

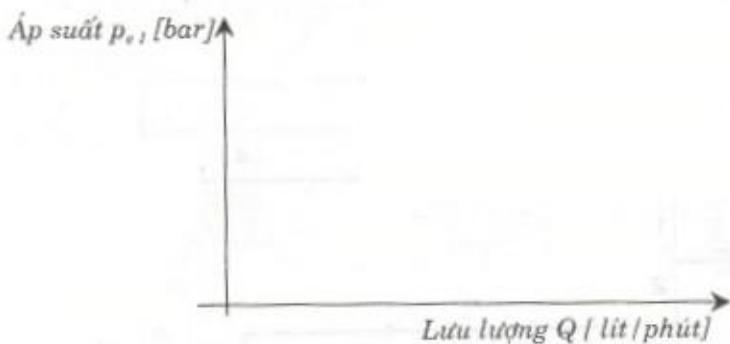
e) Vẽ đường đặc tính của van tràn trực tiếp và gián tiếp (hình 3-20)

Các giá trị thực nghiệm đo được : áp suất tương ứng giá trị lưu lượng ở trong bảng 3.1 sẽ biểu diễn vào hình 3-20.

Sự thay đổi áp suất điều chỉnh p khi thay đổi lưu lượng Q của van tràn điều khiển gián tiếp ít hơn so với van tràn điều khiển trực tiếp.

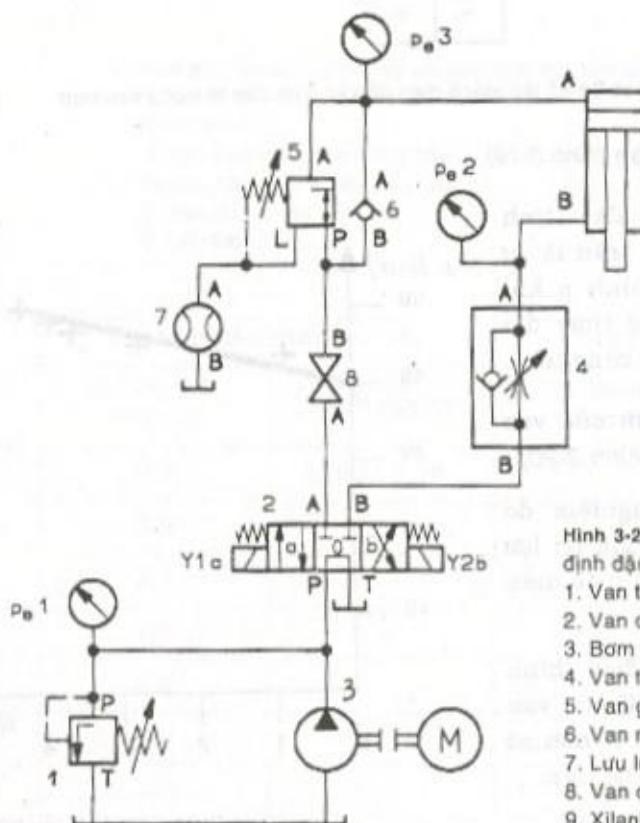


Hình 3-19 Đường đặc tính van tràn



Hình 3-20 Đường đặc tính của van tràn điều khiển trực tiếp và van tràn điều khiển gián tiếp

f) Đánh giá kết quả thí nghiệm



Hình 3-21 Sơ đồ mạch thủy lực xác định đặc tính van giảm áp

1. Van tràn;
2. Van đảo chiều;
3. Bơm dầu;
4. Van tiết lưu 1 chiều;
5. Van giảm áp;
6. Van một chiều;
7. Lưu lượng kế;
8. Van đóng mở;
9. Xilanh.

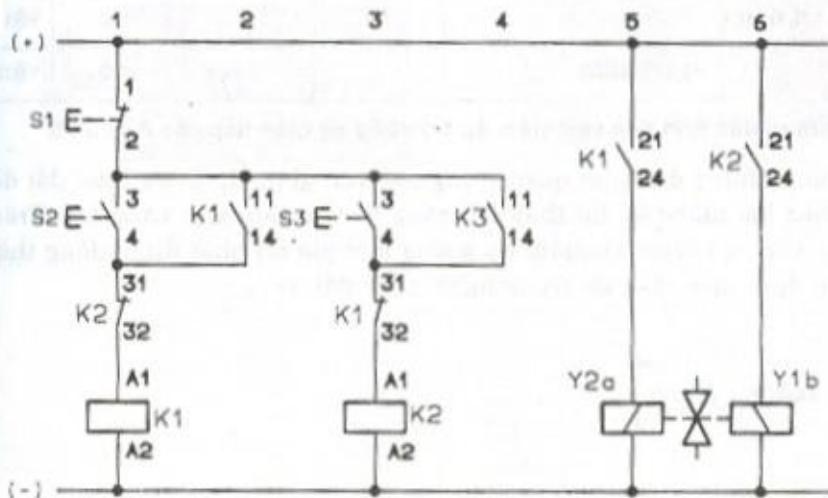
9. Xác định đường đặc tính của van giảm áp

Thí nghiệm xác định đường đặc tính của van giảm áp gồm 2 bước :

- Van giảm áp điều khiển trực tiếp, van (5), *hình 3-21*.
- Sau đó thay van giảm áp điều khiển trực tiếp bằng van điều khiển gián tiếp.

a) Sơ đồ lắp mạch thủy lực xác định đặc tính của van giảm áp (*hình 3-21*)

b) Sơ đồ lắp mạch điện (*hình 3-22*)



Hình 3-22 Sơ đồ lắp mạch điện xác định đặc tính van giảm áp

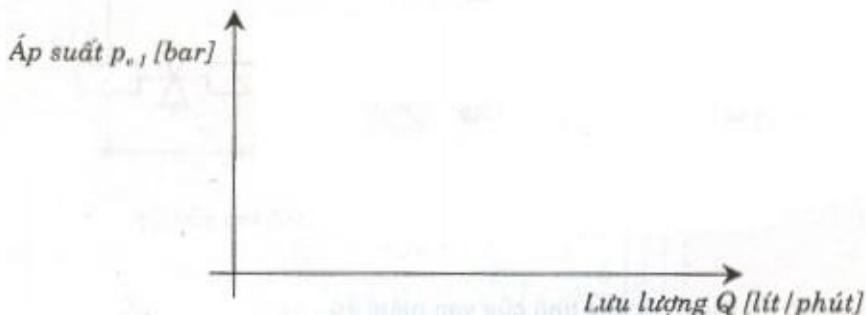
c) Điều chỉnh để xác định đặc tính của van giảm áp

- Lắp mạch thủy lực.
- Lắp mạch điện - thủy lực.
- Mở van tràn.
- Đóng bơm.
- Khóa (8) đóng lại
- Van đảo chiều ở vị trí a.
- Điều chỉnh van tràn 40 bar.
- Khóa (8) mở ra.
- Van tiết lưu 1 chiều điều chỉnh với vận tốc chậm (4/6).
- Điều chỉnh van giảm áp, khi xilanh ở vị trí cuối hành trình có giá trị 20 bar.
- Các giá trị đo ghi vào bảng 3.2.

Xilanh	Vị trí van 2	p_{e1} [bar]	p_{e2} [bar]	p_{e3} [bar]	Khóa	Van 4
Đi ra					mở	vận vào 4/6
Đi ra					mở	vận vào 5/6
Đi ra					mở	vận vào 6/6
Vị trí cuối					mở	vận vào 5/6
Lùi về					mở	vận vào 5/6
Lùi về					đóng	vận vào 5/6
Lùi về vị trí đầu					mở	vận vào 5/6
	vị trí giữa				mở	vận vào 5/6

d) Vẽ đường đặc tính của van giảm áp trực tiếp và gián tiếp vào hình 3-23.

Một trong những đặc tính quan trọng của van giảm áp là sự thay đổi điều chỉnh áp suất p theo lưu lượng Q . Sự thay đổi càng ít, van làm việc càng tốt. Trên thực tế van giảm áp vừa có nhiệm vụ giảm áp xuống một giá trị nhất định, đồng thời vừa giữ giá trị đó ổn định, mặc dầu tải trọng ngoài thay đổi.



Hình 3-23 Đường đặc tính của van giảm áp

e) Dánh giá kết quả thí nghiệm

III. VAN ĐẢO CHIỀU

1. Nhiệm vụ

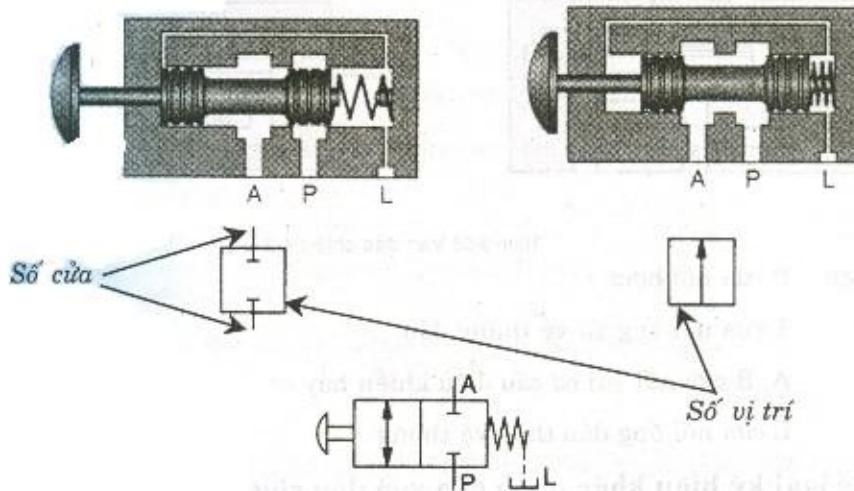
Van đảo chiều dùng đóng, mở các ống dẫn để khởi động các cơ cấu biến đổi năng lượng, dùng để đảo chiều các chuyển động của cơ cấu chấp hành.

2. Các khái niệm

- Số vị trí : là số định vị con trượt của van. Thông thường van đảo chiều có 2 hoặc 3 vị trí. Trong những trường hợp đặc biệt số vị trí có thể nhiều hơn.
- Số cửa : là số lỗ để dẫn dầu vào hay ra. Số cửa của van đảo chiều thường là 2, 3 và 4. Trong những trường hợp đặc biệt số cửa có thể nhiều hơn.

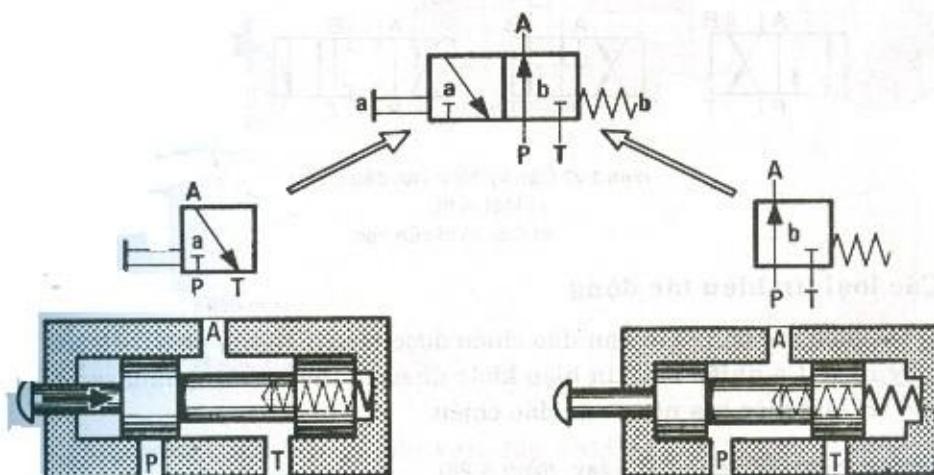
3. Nguyên lý làm việc

a) Van đảo chiều 2 cửa, 2 vị trí (2/2) (hình 3-24)



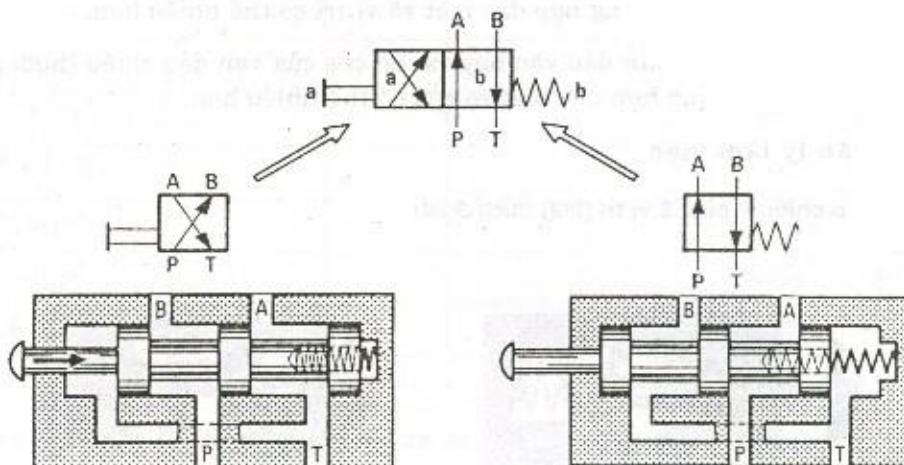
Hình 3-24 Van đảo chiều 2/2

b) Van đảo chiều 3 cửa, 2 vị trí (3/2) (hình 3-25)



Hình 3-25 Van đảo chiều 3/2

c) Van đảo chiều 4 cửa, 2 vị trí (4/2) (hình 3-26)



Hình 3-26 Van đảo chiều 4/2

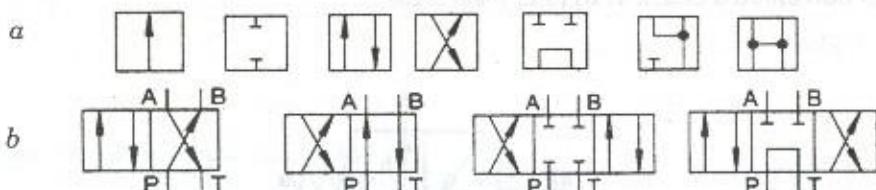
Ký hiệu : P cửa nối bơm.

T cửa nối ống xả về thùng dầu.

A, B cửa nối với cơ cấu điều khiển hay cơ cấu chấp hành.

L cửa nối ống dầu thừa về thùng.

4. Các loại ký hiệu khác nhau của van đảo chiều (hình 3-27)



Hình 3-27 Các ký hiệu van đảo chiều

a) Một vị trí;

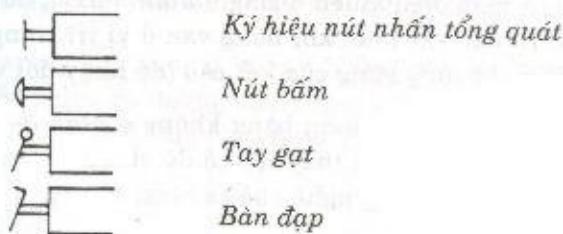
b) Các vị trí của van.

5. Các loại tín hiệu tác động

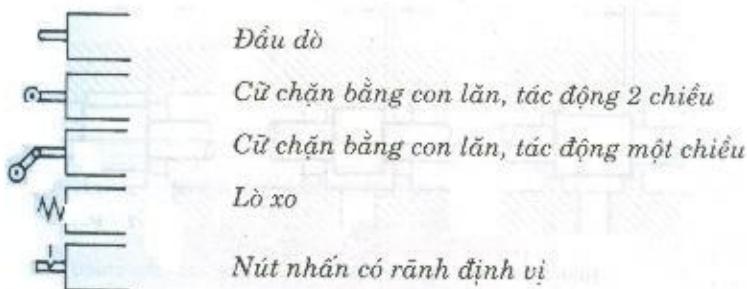
Loại tín hiệu tác động lên van đảo chiều được biểu diễn hai phía, bên trái và bên phải của ký hiệu. Có nhiều loại tín hiệu khác nhau có thể tác động làm van đảo chiều thay đổi vị trí làm việc của nòng van đảo chiều.

a) Loại tín hiệu tác động bằng tay (hình 3-28)

b) Loại tín hiệu tác động bằng cơ (hình 3-29)



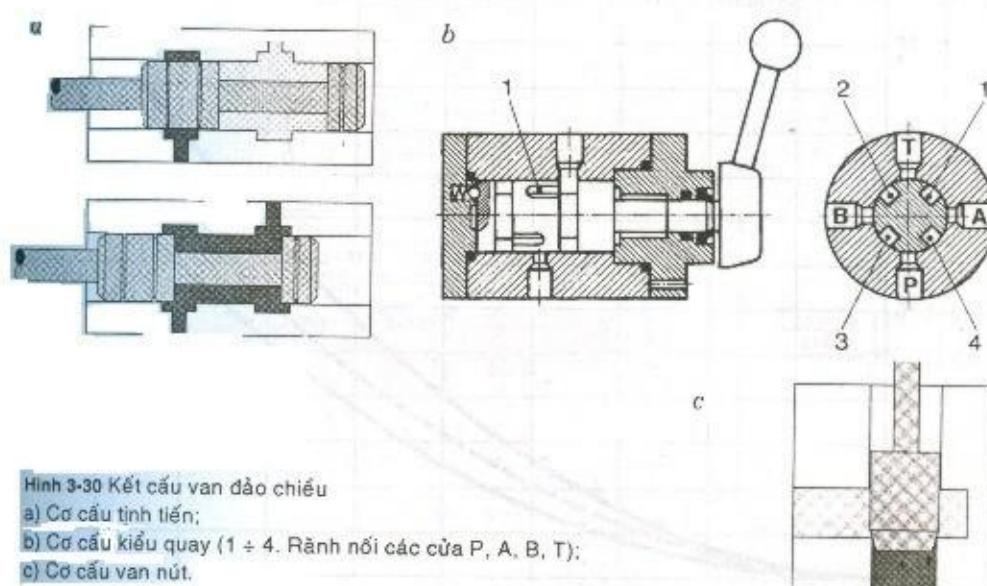
Hình 3-28 Các ký hiệu cho tín hiệu tác động bằng tay



Hình 3-29 Các ký hiệu cho tín hiệu tác động bằng cơ

6. Kết cấu van đảo chiều

Có 3 loại chính : cơ cấu van nút, cơ cấu kiểu quay và cơ cấu tịnh tiến (hình 3-30).



Hình 3-30 Kết cấu van đảo chiều

- Cơ cấu tịnh tiến;
- Cơ cấu kiểu quay (1 ÷ 4. Rãnh nối các cửa P, A, B, T);
- Cơ cấu van nút.

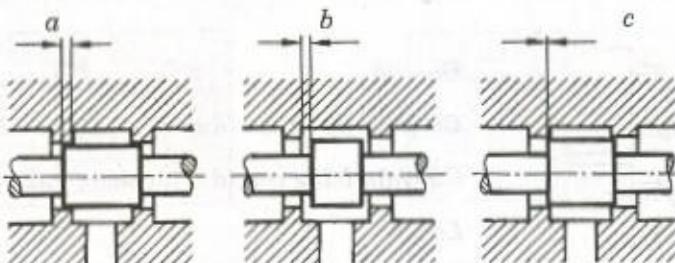
7. Các loại mép điều khiển của van đảo chiều (hình 3-31)

Khi nòng van dịch chuyển theo chiều trực, các mép của nó sẽ đóng hoặc mở các cửa trên thân van nối với kênh dẫn dầu.

Van đảo chiều có mép điều khiển dương ở *hình 3-31 a*, được sử dụng trong những kết cấu đầm bù sự rò dầu rất nhỏ, khi nòng van ở vị trí trung gian hoặc ở vị trí làm việc nào đó, đồng thời độ cứng vững của kết cấu (độ nhạy đối với phụ tải) cao.

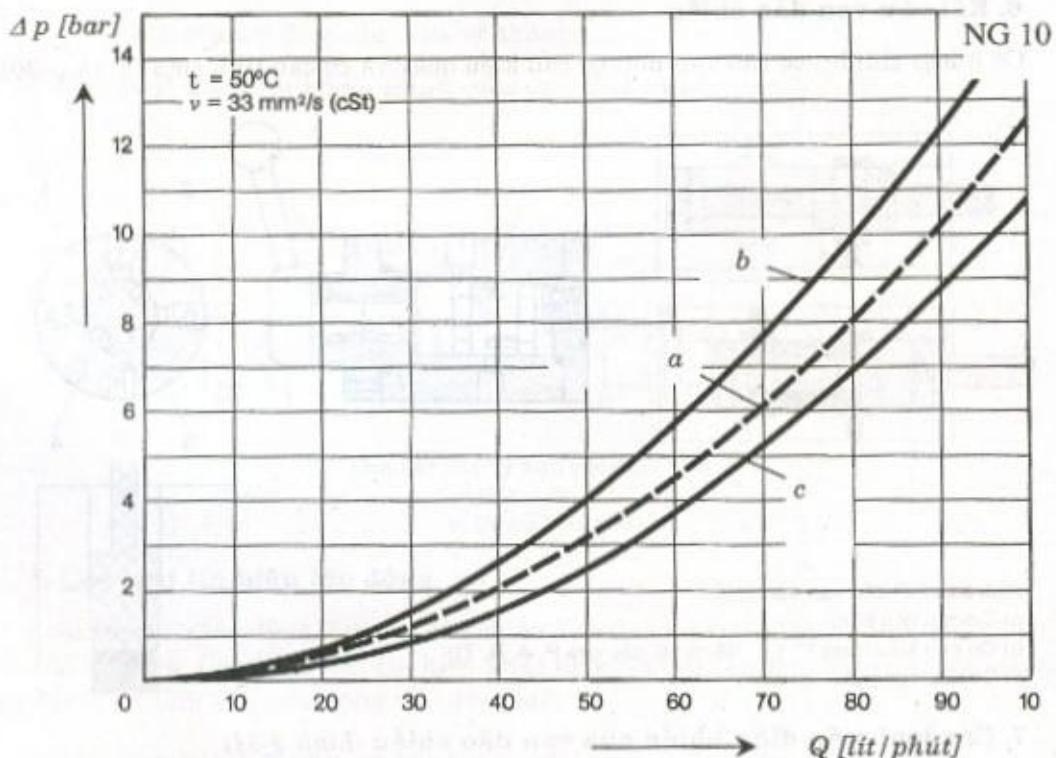
Van đảo chiều có mép điều khiển bằng không ở *hình 3-31 c*, được sử dụng phần lớn trong các hệ thống điều khiển thủy lực có độ chính xác cao, ví dụ ở van thủy lực uyển tính hay cơ cấu servo. Công nghệ chế tạo loại van này tương đối khó khăn.

Van đảo chiều có mép điều khiển âm ở *hình 3-31 b*, đối với loại này có mất mát chòng chảy qua khe thông về thùng chứa, khi nòng van ở vị trí trung gian. Loại van này được sử dụng khi không có yêu cầu cao về sự rò chất lỏng, cũng như độ cứng vững của hệ



Hình 3-31 Các loại mép điều khiển của van đảo chiều

- a) Mép điều khiển dương;
- b) Mép điều khiển âm;
- c) Mép điều khiển bằng không.



Hình 3-32 Đường đặc trưng của van đảo chiều

- a) Vị trí trung gian A, B và T thông với nhau;
- b) Vị trí trung gian P và T thông với nhau;
- c) Vị trí làm việc P nối A hoặc P nối với B.

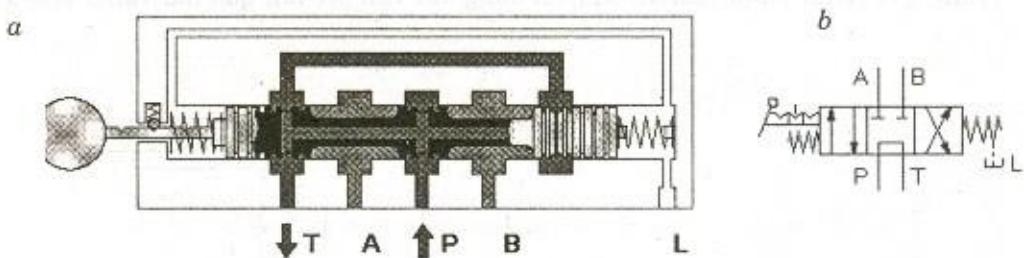
8. Đường đặc trưng của van đảo chiều (hình 3-32)

Tổn thất áp suất trong van đảo chiều ảnh hưởng đến lưu lượng chảy qua van đảo chiều. Mỗi loại van đảo chiều có đường đặc trưng riêng về sự phụ thuộc tổn thất áp suất và lưu lượng. Hình 3-32 là đường đặc trưng của van đảo chiều loại NG 10.

9. Một số van đảo chiều

a) Van đảo chiều 4/3 : vị trí trung gian cửa P nối với T (hình 3-33).

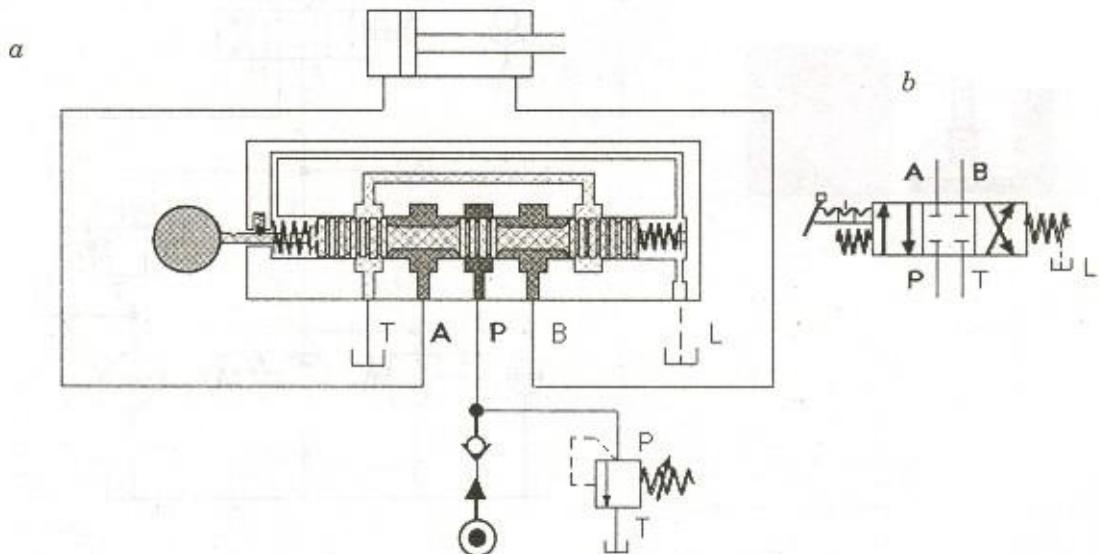
Chất lỏng từ bơm cung cấp cho van đi qua cửa T để về thùng chứa. Loại van này được sử dụng khi cần điều khiển cơ cấu truyền lực cố định tại một vị trí xác định lúc dừng lại.



Hình 3-33 Van đảo chiều 4/3, vị trí trung gian hai cửa P và T thông nhau

a) Cấu tạo;

b) Ký hiệu.



Hình 3-34 Van đảo chiều 4/3, vị trí trung gian các cửa bị chặn

a) Cấu tạo; b) Ký hiệu.

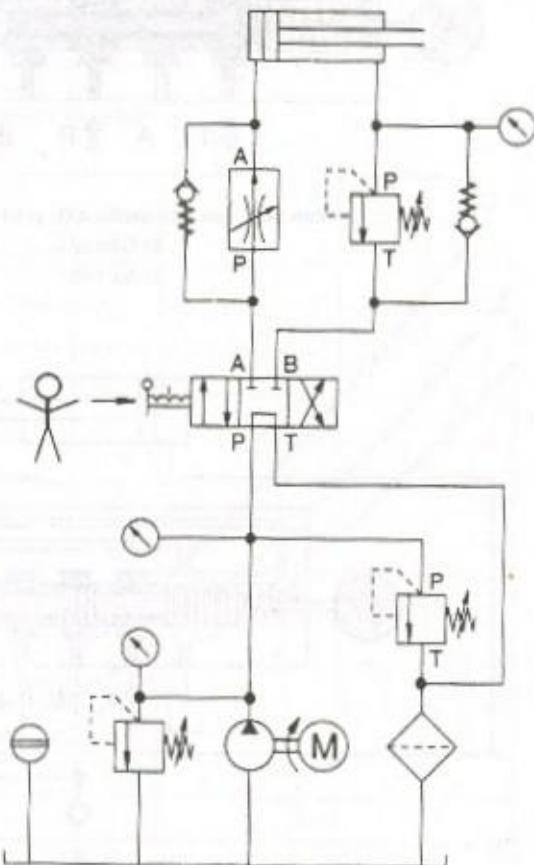
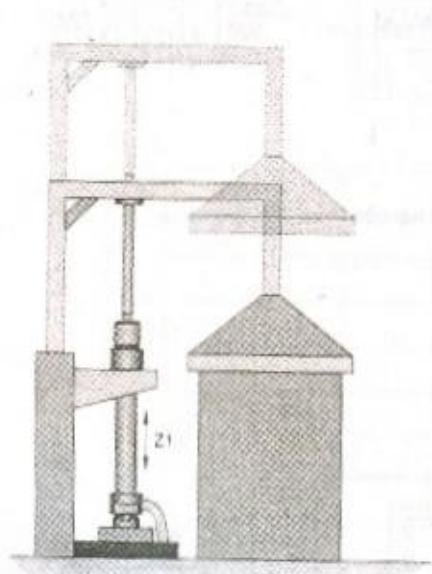
b) Van đảo chiều 4/3 : vị trí trung gian các cửa nối bị chặn (hình 3-34). Chất lỏng từ bơm cung cấp cho van đi qua van tràn để về thùng chứa. Loại van này được sử dụng khi cần điều khiển cơ cấu truyền lực cố định tại một vị trí xác định lúc dừng lại.

c) Ví dụ ứng dụng van đảo chiều trong hệ thống (hình 3-35)

Thiết bị nâng, hạ mặt bích sử dụng hệ thống điều khiển bằng thủy lực. Các phần tử được sử dụng là van đảo chiều 4/3, điều khiển bằng tay, ở vị trí trung gian, dầu sẽ theo chu trình kín về bể dầu. Như vậy nhiệt sinh ra trong quá trình máy chưa hoạt động ít.

Trong quá trình xilanh di xuống với vận tốc ổn định nhờ bộ ổn tốc, hệ thống thiết bị cùng đảm bảo độ cứng vững, vì ở đường dầu về thùng chứa dầu có lắp thêm van cản.

Trong quá trình xilanh lùi về chuyển động với vận tốc lớn qua hai van 1 chiều.



Hình 3-35 Van đảo chiều trong mạch điều khiển thủy lực

IV. VAN TIẾT LƯU

1. Nhiệm vụ

Van tiết lưu có nhiệm vụ điều chỉnh lưu lượng dòng chảy, tức là điều chỉnh *vận tốc* hoặc *thời gian chạy* của cơ cấu chấp hành. Phương pháp tính toán được trình bày trong phần tiếp theo.

2. Nguyên lý

Van tiết lưu làm việc dựa trên nguyên lý *lưu lượng dòng chảy* qua van phụ thuộc vào sự thay đổi tiết diện, xem hình 3.36. Lưu lượng dầu q_v qua khe hở được tính theo công thức Torricelli như sau :

$$q_v = \alpha \cdot A_1 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho_1}} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

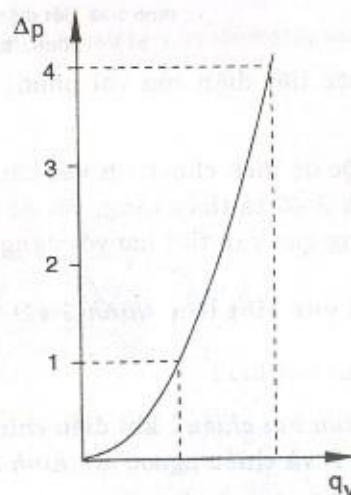
Trong đó :

α - hệ số lưu lượng.

A_1 - diện tích mặt cắt của khe hở : $A_1 = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$ $[\text{m}^2]$

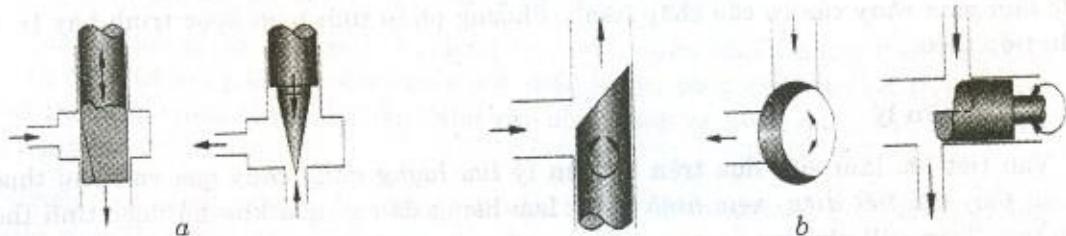
$\Delta p = (p_1 - p_2)$ - áp suất trước và sau khe hở $[N/m^2]$

ρ_1 - khối lượng riêng của dầu $[\text{kg}/\text{m}^3]$



Hình 3-36 Độ chênh lệch áp suất và lưu lượng dòng chảy qua khe hở

Dựa vào phương thức điều chỉnh lưu lượng, van tiết lưu có thể phân thành 2 loại chính : van tiết lưu điều chỉnh dọc trực và van tiết lưu điều chỉnh quanh trực (hình 3-37).

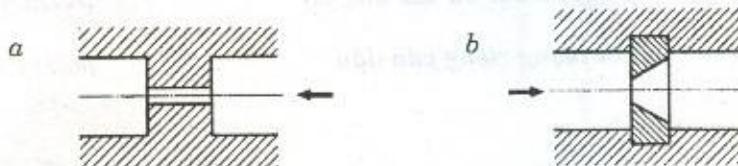


Hình 3-37 Nguyên lý điều chỉnh khe hở
a) Dọc trực; b) Quanh trực

3. Kết cấu tiết diện của van tiết lưu (hình 3-38)

Có 2 dạng hình học của tiết diện chảy :

- Vòi phun : phụ thuộc vào độ nhớt động lực và nhiệt độ.
- Bướm điều tiết : không phụ thuộc vào độ nhớt động lực và nhiệt độ.



Hình 3-38 Tiết diện điều chỉnh khe hở
a) Vòi phun; b) Bướm điều tiết

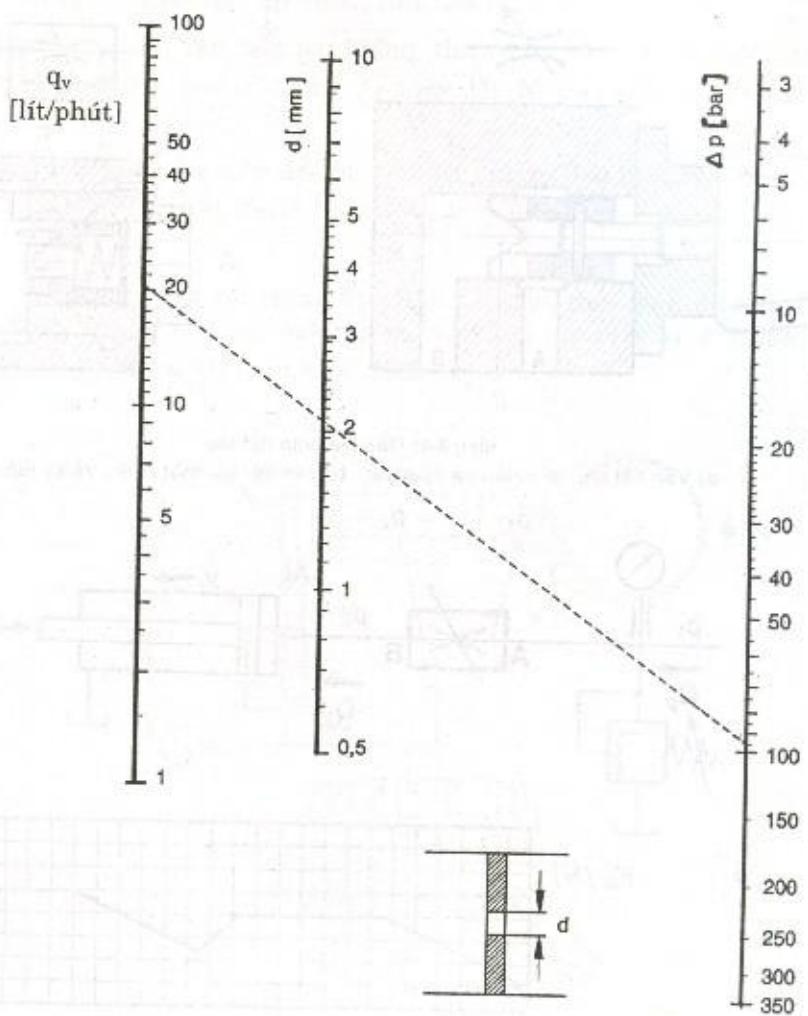
Sự phụ thuộc tiết diện của vòi phun, lưu lượng và tổn thất áp suất, theo biểu đồ trên hình 3-39.

Sự phụ thuộc độ dịch chuyển h vào các dạng tiết diện tiết lưu khác nhau, xem hình 3-40. Trong hình 3-40 ta thấy rằng, với độ dịch chuyển h nhỏ, tiết diện A thay đổi lớn. Như vậy lưu lượng qua van tiết lưu với dạng tiết diện hình vành khuyên lớn.

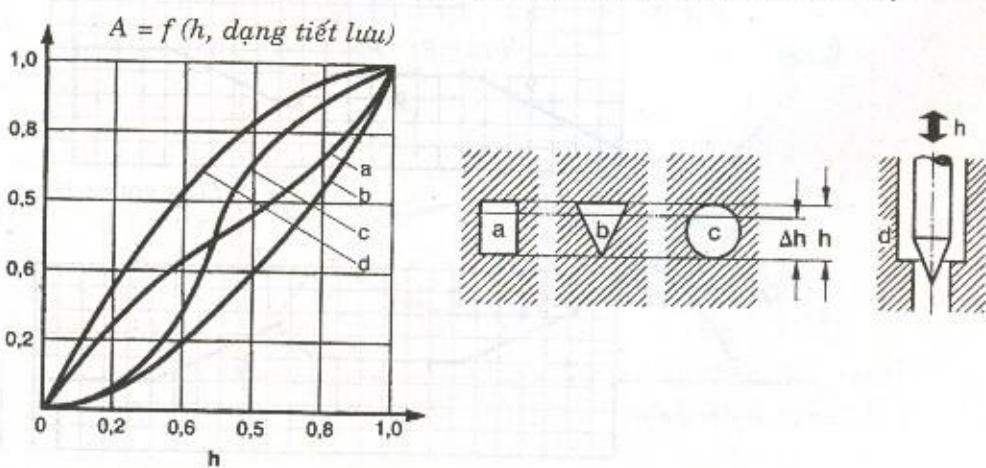
4. Các loại van tiết lưu (hình 3-41)

Có 2 loại van tiết lưu :

- Van tiết lưu hai chiều : khi điều chỉnh vít (2), tiết diện (3) thay đổi. Tiết lưu được 2 chiều từ A qua B và chiều ngược lại (hình 3-41 a).
- Van tiết lưu một chiều : khi điều chỉnh vít (1), tiết diện khe hở (3) thay đổi, tiết lưu được chiều từ A sang B. Khi đầu đi từ B sang A, qua van một chiều (2), không tiết lưu được (hình 3-41b).

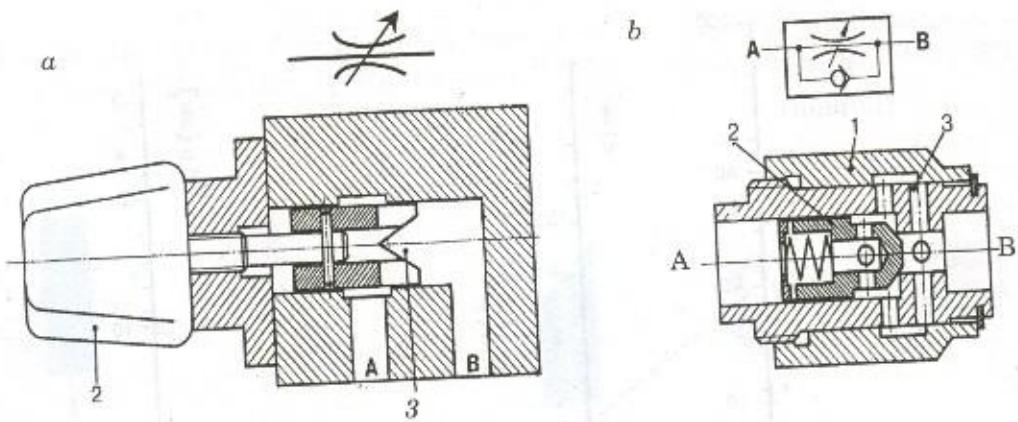


Hình 3-39 Sự phụ thuộc đường kính vòi phun d , lưu lượng q_v và tổn thất áp suất Δp

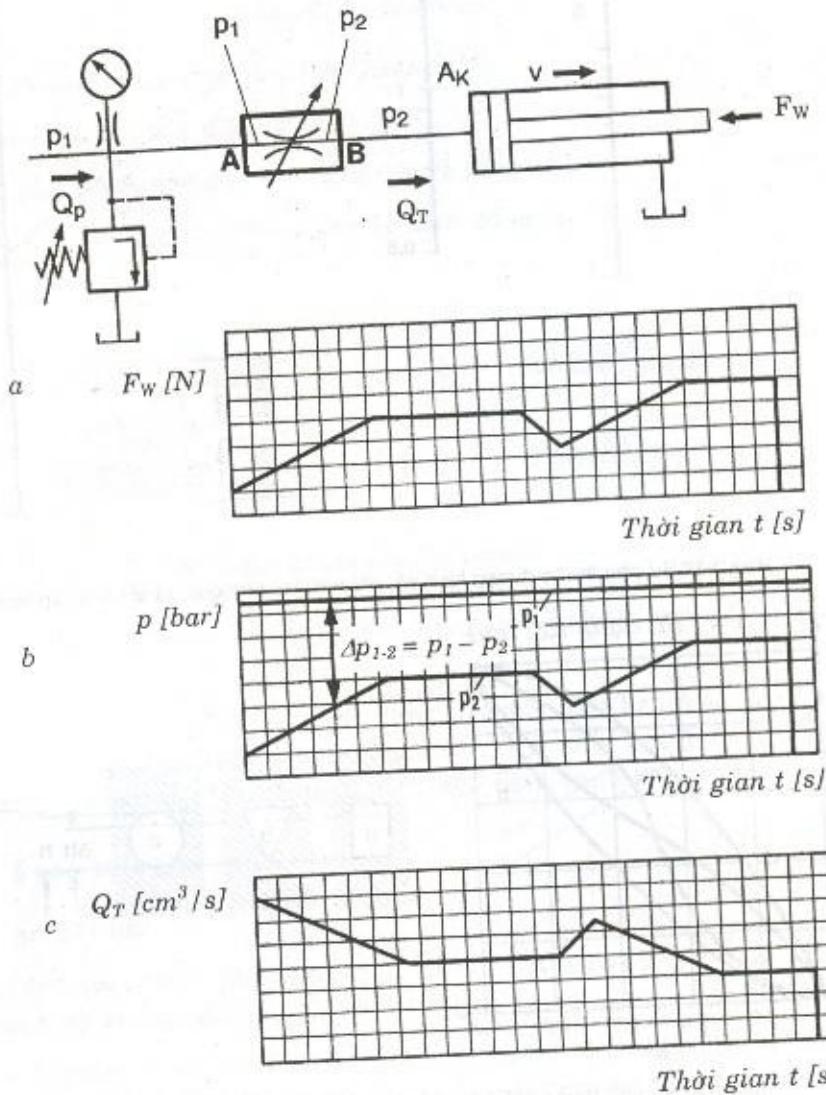


Hình 3-40 Sự phụ thuộc tiết diện vòi phun A vào độ nâng h và dạng tiết diện

- a. Tiết diện vuông;
- b. Tiết diện hình tam giác;
- c. Tiết diện hình tròn;
- d. Tiết diện hình vành khuyên.



Hình 3-41 Các loại van tiết lưu
a) Van tiết lưu hai chiều và ký hiệu; b) Van tiết lưu một chiều và ký hiệu.



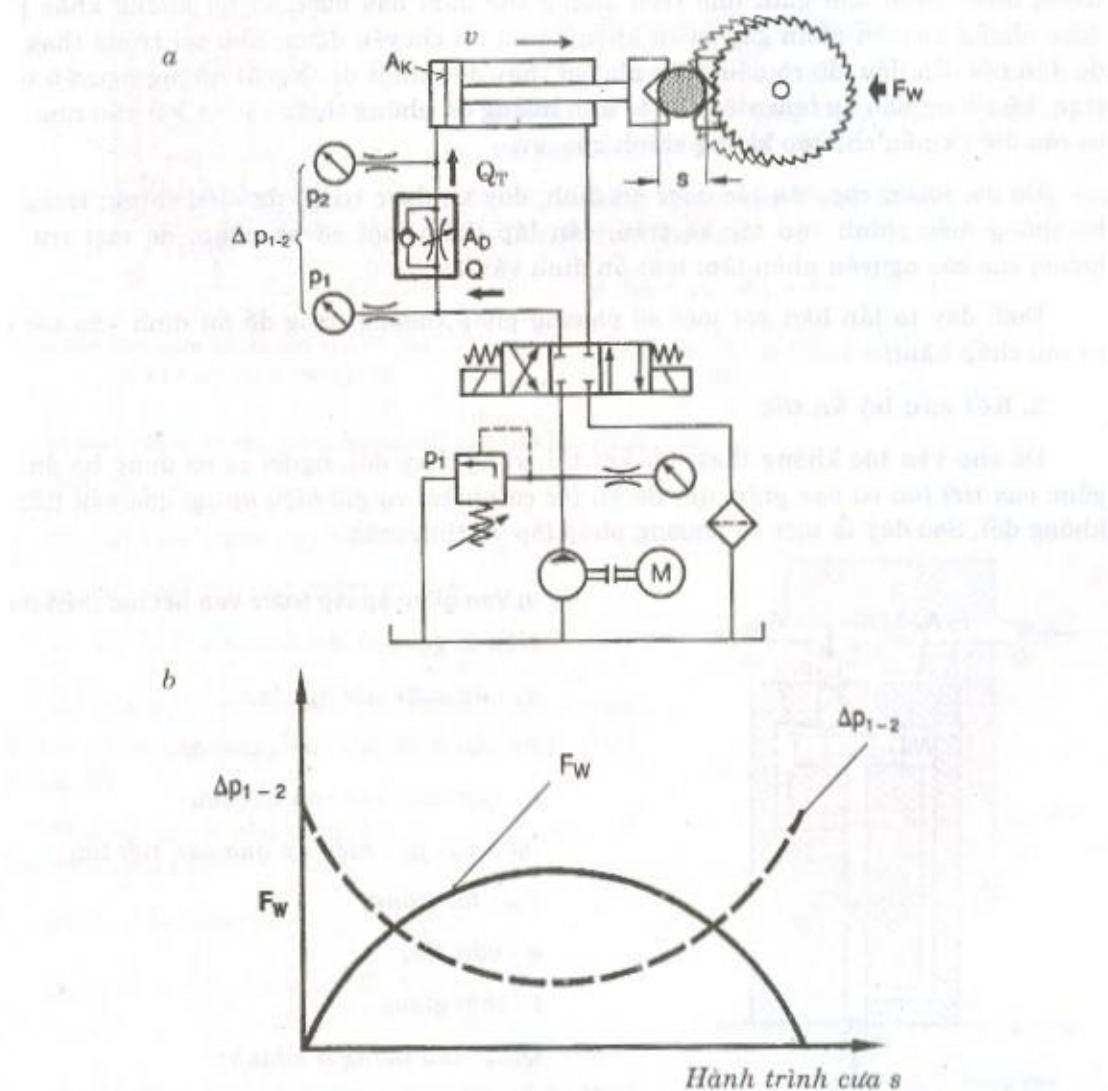
Hình 3-42 Sự phụ thuộc tải trọng F_w , áp suất, lưu lượng Q_T khi sử dụng van tiết lưu
a) Biểu đồ thay đổi tải trọng F_w ; b) Biểu đồ thay đổi áp suất p_1 và p_2 ;
c) Biểu đồ thay đổi lưu lượng Q_T .

5. Sự phụ thuộc tải trọng, áp suất, lưu lượng (hình 3-42)

Khi tiết diện chảy của van tiết lưu không thay đổi, tổn thất áp suất $\Delta p = p_1 - p_2$ qua van tiết lưu sẽ thay đổi, khi tải trọng F_w thay đổi. Như vậy dẫn đến vận tốc v của cơ cấu chấp hành thay đổi.

Khi tải trọng F_w tăng thì hiệu áp $\Delta p = p_1 - p_2$ giảm, lưu lượng qua van tiết lưu Q_T giảm, vận tốc v giảm và khi tải trọng F_w giảm, thì hiệu áp $\Delta p = p_1 - p_2$ tăng, lưu lượng Q_T tăng, vận tốc v tăng.

Chúng ta giả thuyết rằng tải trọng F_w thay đổi theo thời gian như hình 3-42a, thì sự thay đổi hiệu áp $\Delta p_{1-2} = p_1 - p_2$ trước và sau van tiết lưu theo hình 3-42b và sự thay đổi lưu lượng qua van tiết lưu Q_T theo hình 3-42c.



Hình 3-43 Các thông số ảnh hưởng trong quá trình cưa bằng máy thủy lực

- Sơ đồ lắp van tiết lưu trong mạch thủy lực;
- Sự phụ thuộc lực cản F_w , tổn thất áp suất qua van tiết lưu $\Delta p_{1-2} = p_1 - p_2$ vào hành trình của s .

Ví dụ ứng dụng: Quá trình cưa phôi trên hình 3-43 yêu cầu như sau. Khi mới cắt, lực cắt nhỏ (F_w nhỏ), vận tốc pittông (vận tốc cắt) có thể lớn, nhưng càng cắt vào sâu, thì diện tích tiếp xúc càng lớn, do đó lực cắt F_w lớn. Để quá trình cưa đảm bảo được an toàn, yêu cầu là vận tốc chuyển động của pittông v nhỏ, khi lực cắt F_w lớn.

Như vậy muốn cho vận tốc v giảm, khi lực cắt F_w lớn, ta lắp van tiết lưu vào hệ thống. Tổn thất áp suất trước và sau van tiết lưu $\Delta p_{1-2} = p_1 - p_2$ thay đổi, khi lực cắt F_w thay đổi và vận tốc v thay đổi theo yêu cầu.

V. BỘ ỔN TỐC

1. Nhiệm vụ

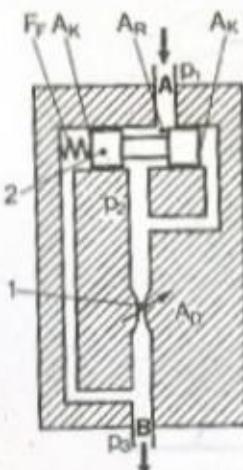
Trong những cơ cấu chấp hành cần chuyển động êm, độ chính xác cao, thì các hệ thống điều chỉnh đơn giản như trên không đảm bảo được, vì nó không khắc phục được những nguyên nhân gây ra sự không ổn định chuyển động, như tải trọng thay đổi độ đàn hồi của dầu, độ rò dầu cũng như sự thay đổi nhiệt độ. Ngoài những nguyên nhân trên, hệ thống dầu ép làm việc còn bị ảnh hưởng do những thiếu sót về kết cấu như: các cơ cấu điều khiển tạo không chính xác, v.v...

Do đó, muốn cho vận tốc được ổn định, duy trì được trị số đã điều chỉnh, trong các hệ thống điều chỉnh vận tốc kể trên, cần lắp thêm một số bộ phận, để loại trừ ảnh hưởng của các nguyên nhân làm mất ổn định vận tốc.

Dưới đây ta lần lượt xét một số phương pháp thường dùng để ổn định vận tốc của cơ cấu chấp hành.

2. Kết cấu bộ ổn tốc

Để cho vận tốc không thay đổi khi tải trọng thay đổi, người ta sử dụng bộ ổn tốc gồm: van tiết lưu và van giảm áp. Bộ ổn tốc có nhiệm vụ giữ hiệu áp Δp qua van tiết lưu không đổi. Sau đây là một số phương pháp lắp và tính toán.



Hình 3-44 Van giảm áp lắp trước van tiết lưu

1. Van tiết lưu ; 2. Nòng van.

a) Van giảm áp lắp trước van tiết lưu (hình 3-44)

Nếu ta gọi :

p_1 - áp suất của nguồn;

p_2 - áp suất qua van giảm áp;

p_3 - áp suất sau van tiết lưu;

$\Delta p = p_2 - p_3$ - hiệu áp qua van tiết lưu;

F_w - tải trọng;

v - vận tốc;

t - thời gian;

Q_{Sav} - lưu lượng ở xilanh;

Q_p - lưu lượng của nguồn.

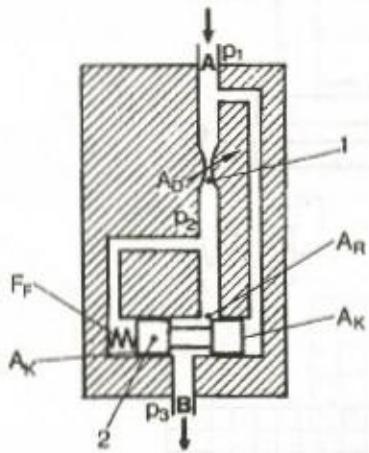
Phương trình cân bằng lực trên nòng van (2) viết được như sau:

$$p_2 \cdot A_K = p_3 \cdot A_K + F_F$$

$$p_2 - p_3 = \frac{F_F}{A_K} = \text{Hàng số}$$

Hiệu áp $\Delta p = p_2 - p_3$ qua van tiết lưu không đổi, như vậy vận tốc sẽ không thay đổi, mặc dầu tải trọng thay đổi.

b) Van giảm áp lắp sau van tiết lưu (hình 3-45)



Hình 3-45 Van giảm áp lắp sau van tiết lưu
1. Van tiết lưu; 2. Nòng van.

Nếu ta gọi:

p_1 - áp suất trước van tiết lưu;

p_2 - áp suất sau van tiết lưu;

p_3 - áp suất qua van giảm áp.

Để cho vận tốc của cơ cấu chấp hành không đổi khi tải trọng thay đổi thì hiệu áp p_1 và p_2 phải không đổi.

Phương trình cân bằng lực trên nòng van (2) viết được như sau:

$$p_1 \cdot A_K = p_2 \cdot A_K + F_F$$

$$p_1 - p_2 = \frac{F_F}{A_K} = \text{Hàng số}$$

c) Van giảm áp lắp song song với van tiết lưu (hình 3-46)

Nếu ta gọi:

p_1 - áp suất trước van tiết lưu;

p_2 - áp suất sau van giảm áp;

p_3 - áp suất qua van tiết lưu.

Để cho vận tốc của cơ cấu chấp hành không đổi khi tải trọng thay đổi thì hiệu áp p_1 và p_3 phải không đổi.

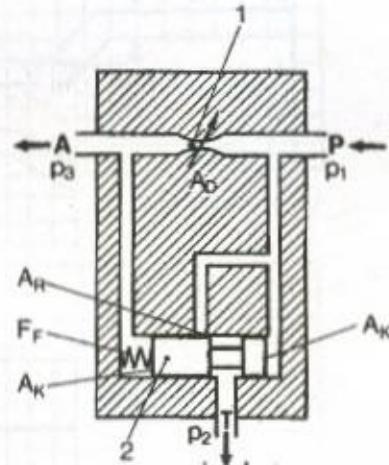
Phương trình cân bằng lực trên nòng van (2) viết được như sau:

$$p_1 \cdot A_K = p_3 \cdot A_K + F_F$$

$$p_1 - p_3 = \frac{F_F}{A_K} = \text{Hàng số}$$

d) Tải trọng, áp suất và lưu lượng qua bộ ổn tốc 2 đường

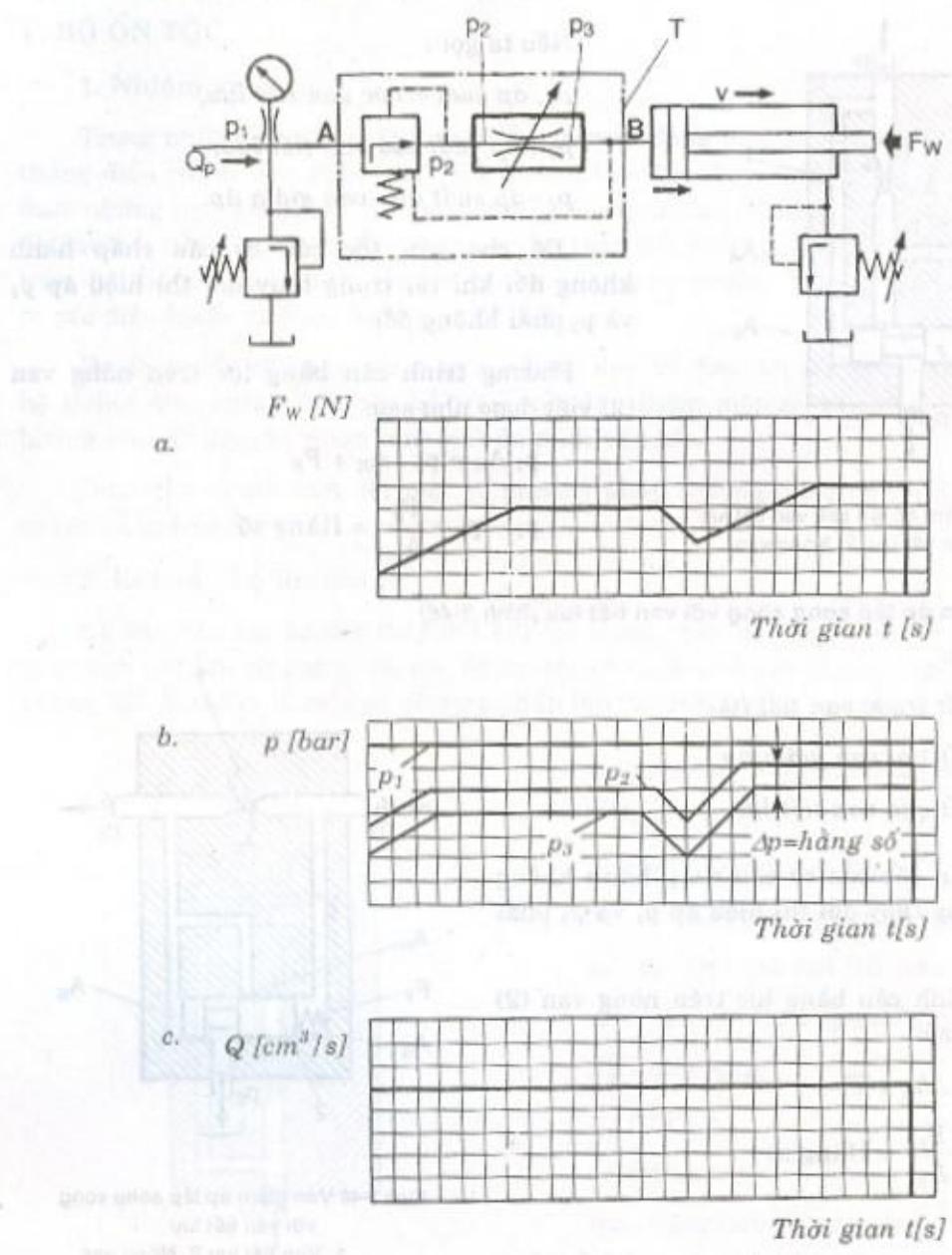
Sự phụ thuộc của tải trọng thay đổi theo thời gian vào áp suất qua van giảm áp, áp suất qua van tiết lưu và lưu lượng qua van tiết lưu được biểu diễn ở hình 3-47.



Hình 3-46 Van giảm áp lắp song song
với van tiết lưu

1. Van tiết lưu 2. Nòng van

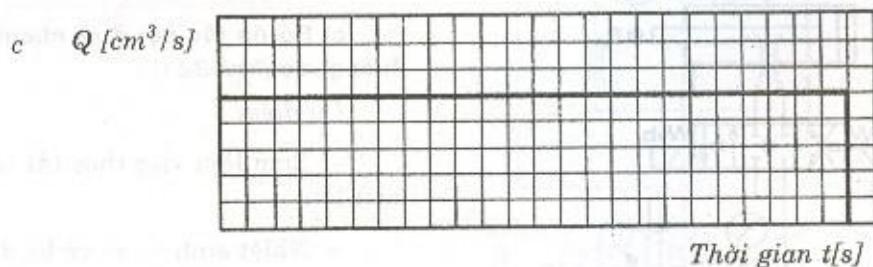
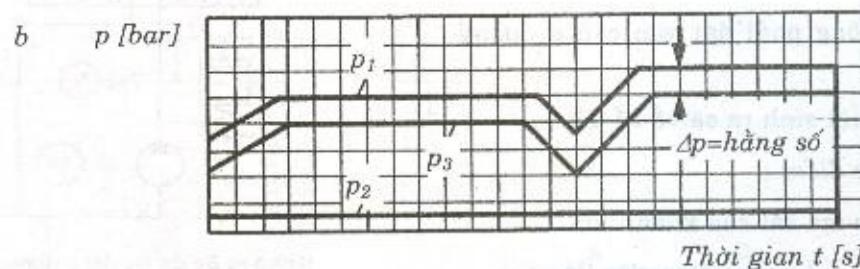
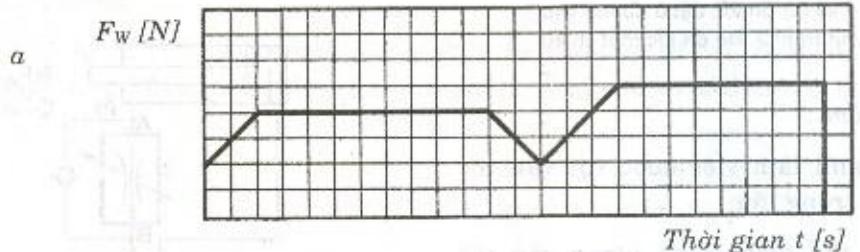
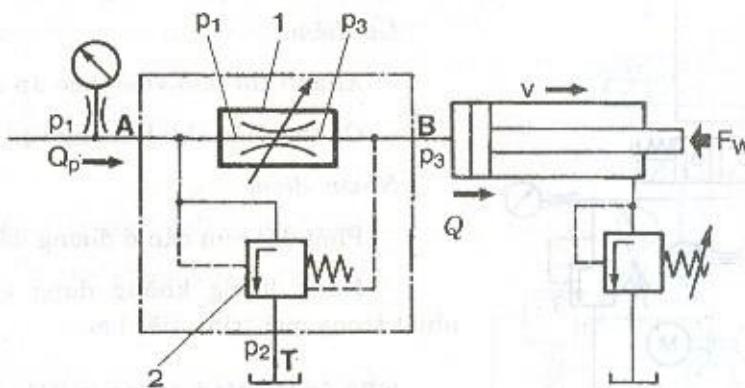
Qua đó ta thấy rằng, khi tải trọng F_w thay đổi theo thời gian, hiệu áp qua van tiết lưu $\Delta p = p_2 - p_3$ có giá trị hằng số. Như vậy theo công thức Torricelli, với giá trị hiệu chỉnh trước tiết diện chảy qua van tiết lưu, khi hiệu áp qua van tiết lưu không đổi, thì lưu lượng qua van sẽ không đổi, như vậy vận tốc chuyển động của cơ cấu chấp hành cũng không đổi.



Hình 3-47 Sự phụ thuộc tải trọng F_w thay đổi theo thời gian t
hiệu áp Δp , lưu lượng Q , khi sử dụng bộ ổn tốc 2 đường

T, Bộ ổn tốc; a) Biểu đồ thay đổi tải trọng F_w ;
b) Biểu đồ thay đổi hiệu áp $\Delta p = p_2 - p_3$; c) Biểu đồ thay đổi lưu lượng Q .

e) Tài trọng, áp suất và lưu lượng qua bộ ổn tốc 3 đường (hình 3-48)



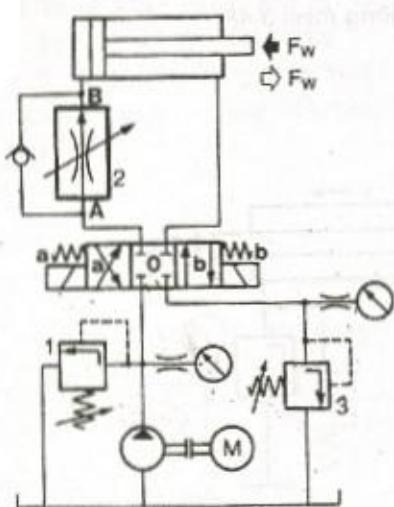
Hình 3-48 Sự phụ thuộc tải trọng F_w thay đổi theo thời gian t
hiệu áp Δp , lưu lượng Q , khi sử dụng bộ ổn tốc 3 đường

1. Van tiết lưu; 2. Van giảm áp;

a) Biểu đồ thay đổi tải trọng F_w ;

b) Biểu đồ thay đổi hiệu áp $\Delta p = p_1 - p_2$;

c) Biểu đồ thay đổi lưu lượng Q .



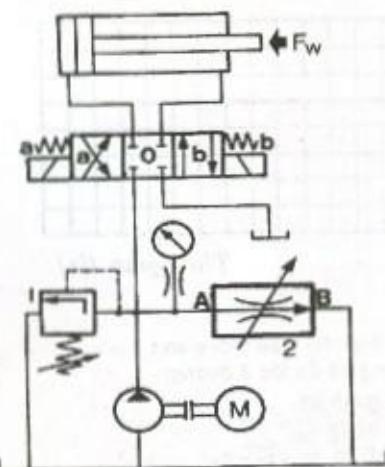
Hình 3-49 Bộ ổn tốc đặt ở đường vào
1,3. Van tràn; 2. Bộ ổn tốc một chiều.

Ưu điểm :

- Xilanh làm việc được với vận tốc nhỏ và tải trọng lớn;
- Có thể điều chỉnh lượng vận tốc nhỏ;
- Không phải đặt van cản ở đường dầu về;
- Nhiệt sinh ra sẽ về bể dầu.

Nhược điểm :

- Lực ma sát của xilanh lớn.
- Van tràn phải làm việc liên tục.



Hình 3-51 Bộ ổn tốc đặt ở rẽ nhánh (bypass) đường vào
1. Van tràn; 2. Bộ ổn tốc.

3. Cách lắp bộ ổn tốc

a) Bộ ổn tốc đặt ở đường vào (hình 3-49)

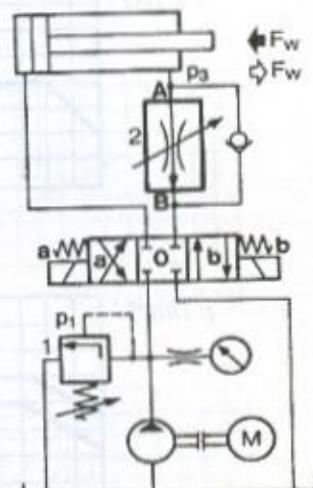
Ưu điểm :

- Xilanh thì làm việc theo áp suất yêu cầu;
- Có thể điều chỉnh lượng vận tốc nhỏ.

Nhược điểm :

- Phải đặt van cản ở đường dầu về;
- Năng lượng không dùng chuyển thành nhiệt trong quá trình tiết lưu.

b) Bộ ổn tốc đặt ở đường ra (hình 3-50)



Hình 3-50 Bộ ổn tốc đặt ở đường ra
1. Van tràn; 2. Bộ ổn tốc một chiều.

c) Bộ ổn tốc đặt ở rẽ nhánh (bypass) đường vào (hình 3-51)

Ưu điểm :

- Bơm làm việc theo tải trọng, hiệu suất lớn;

- Nhiệt sinh ra sẽ về bể dầu.

Nhược điểm :

- Không thể sử dụng bình trích chứa;
- Tải trọng ngược chiều không thích hợp.

d) Bộ ổn tốc 3 đường đặt ở đường vào (hình 3-52)

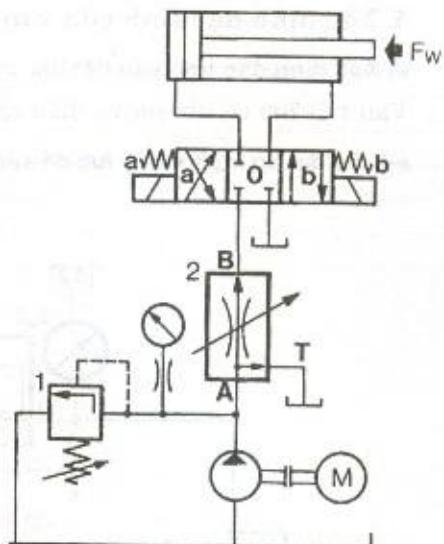
Ưu điểm :

- Bơm làm việc theo tải trọng, hiệu suất lớn;
- Nhiệt sinh ra rất nhỏ.

Nhược điểm :

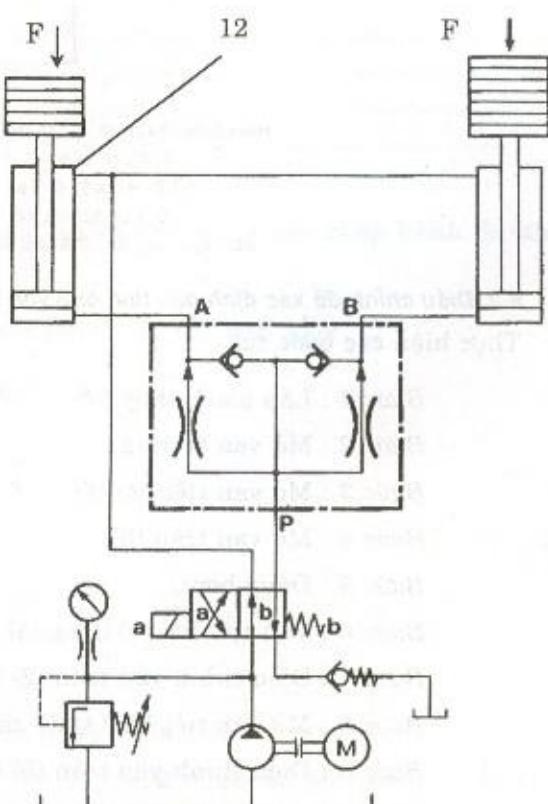
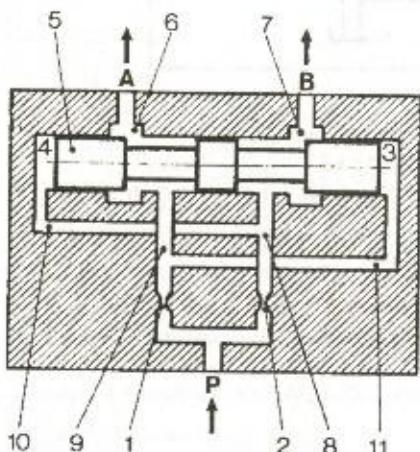
- Không thể sử dụng bình trích chứa;
- Tải trọng ngược chiều không thích hợp.

Hình 3-52 Bộ ổn tốc 3 đường đặt ở đường vào
1. Van tràn; 2. Bộ ổn tốc.



4. Bộ phân dòng

Bộ phân dòng có tác dụng phân dòng chảy đến những cơ cấu chấp hành khác nhau và có lưu lượng không đổi. Ngoài ra bộ phân dòng còn có nhiệm vụ như bộ ổn tốc (hình 3-53).



Hình 3-53 Bộ phân dòng

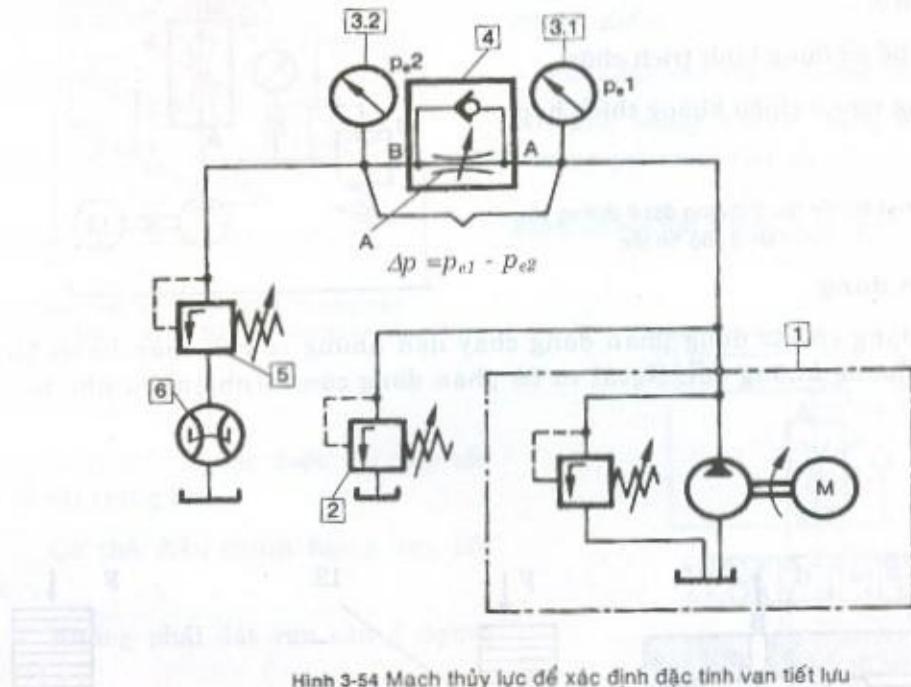
- 1,2. Lỗ tiết lưu;
- 3,4. Hai đầu nòng van;
5. Nòng van;
- 6,7. Cửa ra;
- 8,9 Cửa ra tiết lưu;
- 10,11. Đường dẫn;
12. Sơ đồ lắp trong hệ thống.

5. Xác định đặc tính của van tiết lưu và bộ ổn tốc

a) Xác định đặc tính van tiết lưu

Van tiết lưu có nhiệm vụ điều chỉnh vận tốc của cơ cấu chấp hành.

a-1. Sơ đồ lắp mạch thủy lực để xác định đặc tính van tiết lưu (hình 3-54)



Hình 3-54 Mạch thủy lực để xác định đặc tính van tiết lưu

1. Cụm bơm; 2. Van tràn; 3.1 Áp kế;

3.2. Áp kế; 4. Van tiết lưu; 5. Van tràn;

6. Lưu lượng kế;

$\Delta p = p_{e1} - p_{e2}$ là tổn thất áp suất qua van tiết lưu 1 chiều.

a-2. Điều chỉnh để xác định đặc tính của van tiết lưu

Thực hiện các bước sau :

Bước 1 : Lắp mạch thủy lực.

Bước 2 : Mở van tràn (2).

Bước 3 : Mở van tiết lưu (4).

Bước 4 : Mở van tràn (5).

Bước 5 : Đóng bơm.

Bước 6 : Van tiết lưu (4) đóng lại.

Bước 7 : Điều chỉnh van tràn (2) có giá trị 60 bar.

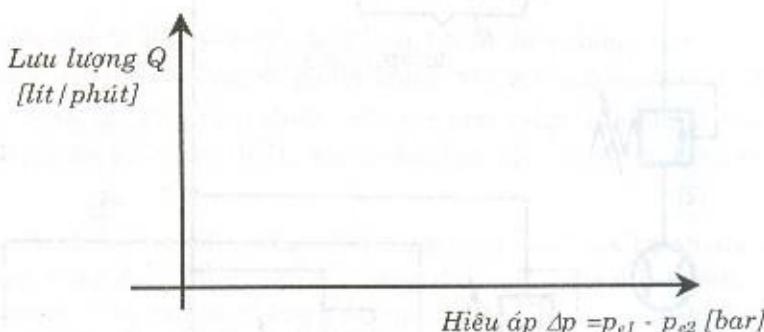
Bước 8 : Mở van tiết lưu (4) để cho lưu lượng có giá trị khoảng 3 lít/phút

Bước 9 : Điều chỉnh van tràn (5) cho các giá trị như trong bảng 3.3.

Bước 10 : Xác định áp suất trước và sau van tiết lưu.

Bước 11 : Ghi các giá trị do vào bảng 3.3.

Áp suất p_{e1} [bar]	Áp suất p_{e2} [bar]	Hiệu áp $\Delta p = p_{e1} - p_{e2}$ [bar]	Lưu lượng Q [lit/phút]
	15		
	20		
	30		
	40		
	50		

a-3. Vẽ đường đặc tính của van tiết lưu

Hình 3-55 Đặc tính van tiết lưu

a-4. Đánh giá kết quả thí nghiệm**b) Xác định đặc tính bộ ổn tốc**

Bộ ổn tốc có nhiệm vụ : điều chỉnh và giữ vận tốc của cơ cấu chấp hành ổn định mặc dầu tải trọng thay đổi.

b-1. Sơ đồ lắp mạch thủy lực để xác định đặc tính bộ ổn tốc (hình 3-56)**b-2. Điều chỉnh để xác định đặc tính của bộ ổn tốc**

Thực hiện các bước sau :

Bước 1 : Lắp mạch thủy lực;

Bước 2 : Mở van tràn (3);

Bước 3 : Mở van tiết lưu (2);

Bước 4 : Mở van tràn (4);

Bước 5 : Đóng bơm;

Bước 6 : Van tiết lưu (2) đóng lại;

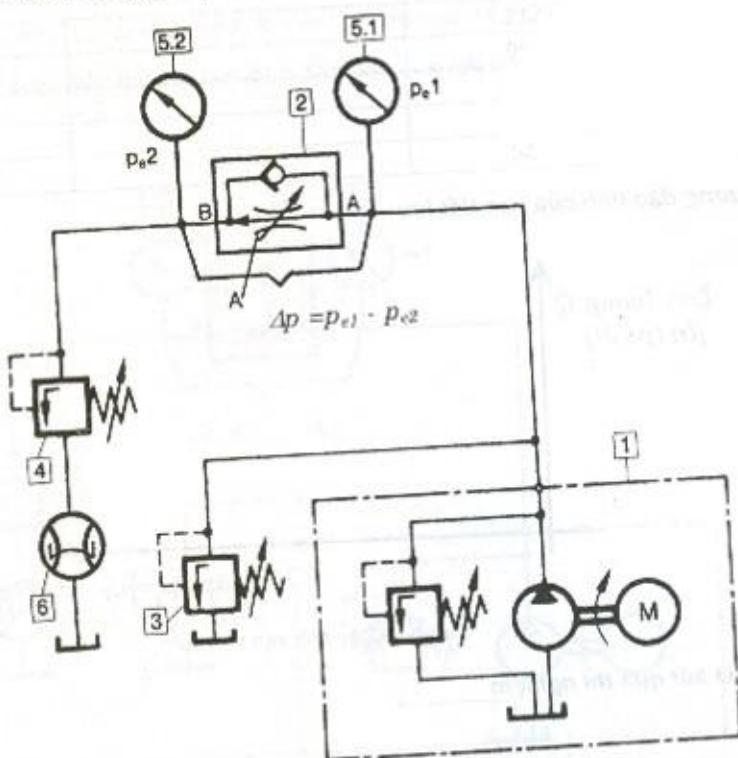
Bước 7 : Điều chỉnh van tràn (3) có giá trị 60 bar;

Bước 8 : Mở van tiết lưu (2) để cho lưu lượng có giá trị khoảng 3 lit/phút;

Bước 9 : Điều chỉnh van tràn (4) cho các giá trị như trong bảng;

Bước 10 : Xác định áp suất trước và sau bộ ổn tốc;

Bước 11 : Ghi các giá trị đo vào bảng 3.4.



Hình 3-56 Mạch thủy lực để xác định đặc tính bộ ổn tốc

1. Cụm bơm; 2. Bộ ổn tốc; 3. Van tràn;

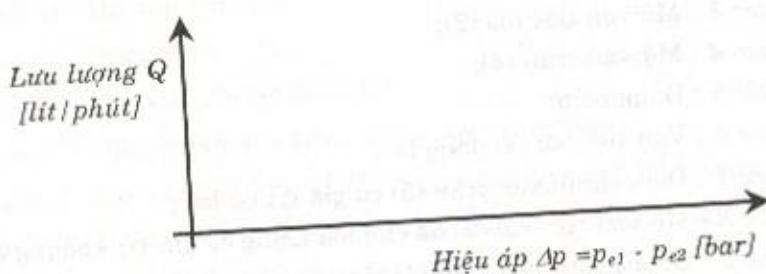
4. Van tràn; 5-1. Áp kế; 5-2. Áp kế;

6. Lưu lượng kế; $\Delta p = p_{e1} - p_{e2}$ - tổn thất áp suất qua bộ ổn tốc.

BẢNG 3.4

Áp suất p_{e1} [bar]	Áp suất p_{e2} [bar]	Hiệu áp $\Delta p = p_{e1} - p_{e2}$ [bar]	Lưu lượng Q [lit/phút]
	15		
	20		
	30		
	40		
	50		

b-3. Vẽ đường đặc tính của van tiết lưu vào hình 3-57.



Hình 3-57 Đặc tính bộ ổn tốc

VI. ĐIỀU KHIỂN, ĐIỀU CHỈNH ÁP SUẤT VÀ LƯU LƯỢNG BƠM

1. Các phương pháp điều chỉnh vận tốc

Điều chỉnh vận tốc chuyển động thẳng hoặc chuyển động vòng của cơ cấu chấp hành trong hệ thống dầu ép, bằng cách thay đổi lưu lượng dầu chảy qua nó với hai phương pháp sau đây:

- Thay đổi sức cản trên đường dẫn dầu bằng van tiết lưu. Phương pháp điều chỉnh này gọi là *điều chỉnh bằng tiết lưu*, đã trình bày phần trước.

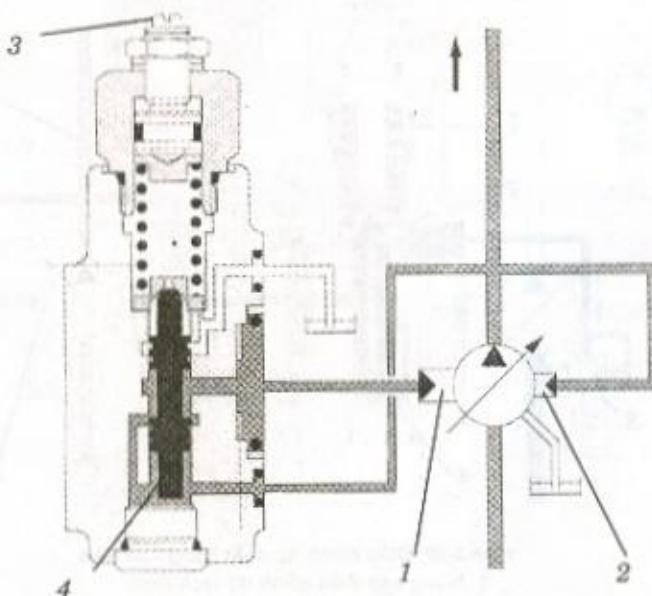
- Thay đổi chế độ làm việc của bơm dầu, tức là điều chỉnh lưu lượng của bơm cung cấp cho hệ thống dầu ép. Phương pháp điều chỉnh này gọi là *điều chỉnh bằng thể tích*.

Lựa chọn phương pháp điều chỉnh vận tốc phụ thuộc vào nhiều yếu tố như công suất truyền động, áp suất cần thiết, đặc điểm thay đổi tải trọng, kiểu và đặc tính của bơm dầu v.v..

Để giảm nhiệt độ của dầu, đồng thời tăng hiệu suất của hệ thống dầu ép, người ta dùng phương pháp điều chỉnh vận tốc bằng thể tích. Loại điều chỉnh này được thực hiện bằng cách chỉ đưa vào hệ thống dầu ép lưu lượng dầu cần thiết để đảm bảo một vận tốc nhất định. Do đó, nếu như không tính đến tổn thất thể tích và cơ khí thì toàn bộ năng lượng do bơm dầu tạo nên đều biến thành công có ích.

2. Một số phương pháp điều chỉnh

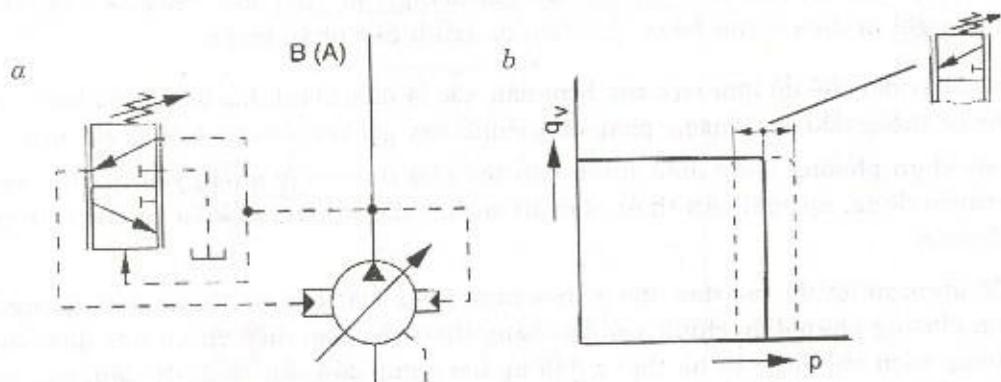
a) Điều chỉnh áp suất bằng cơ khí (hình 3-58)



Hình 3.58 Nguyên tắc điều chỉnh áp suất của bơm bằng cơ khí

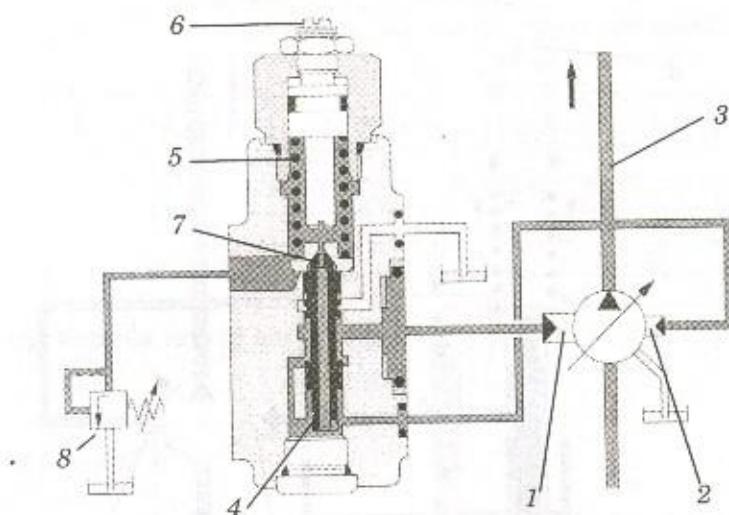
Nguyên lý điều chỉnh áp suất như sau: áp suất lớn nhất ở nòng van (2), tương ứng với độ lệch tâm e của rôto và stato và như vậy đẩy nòng van (4), lưu lượng vào nòng van (1), nằm đối diện với nòng van (2) cũng lớn nhất, và ở trạng thái cân bằng. Như vậy bơm (thay đổi thể tích) có áp suất lớn nhất. Khi ta điều chỉnh vít (3) theo yêu cầu, độ lệch tâm sẽ thay đổi, áp suất trong buồng nén sẽ thay đổi theo yêu cầu.

Hình 3-59 biểu diễn ký hiệu và đường đặc tính của bơm điều chỉnh áp suất.



Hình 3-59 Phương pháp điều chỉnh áp suất của bơm
a. Ký hiệu; b. Đường đặc tính bơm.

b) Điều chỉnh áp suất bằng van tràn (hình 3-60)

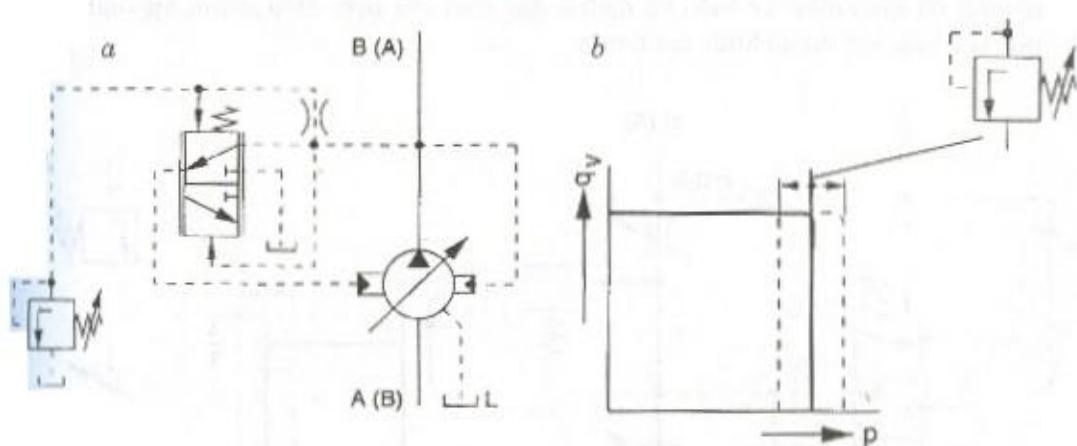


Hình 3-60 Điều chỉnh áp suất bằng van tràn

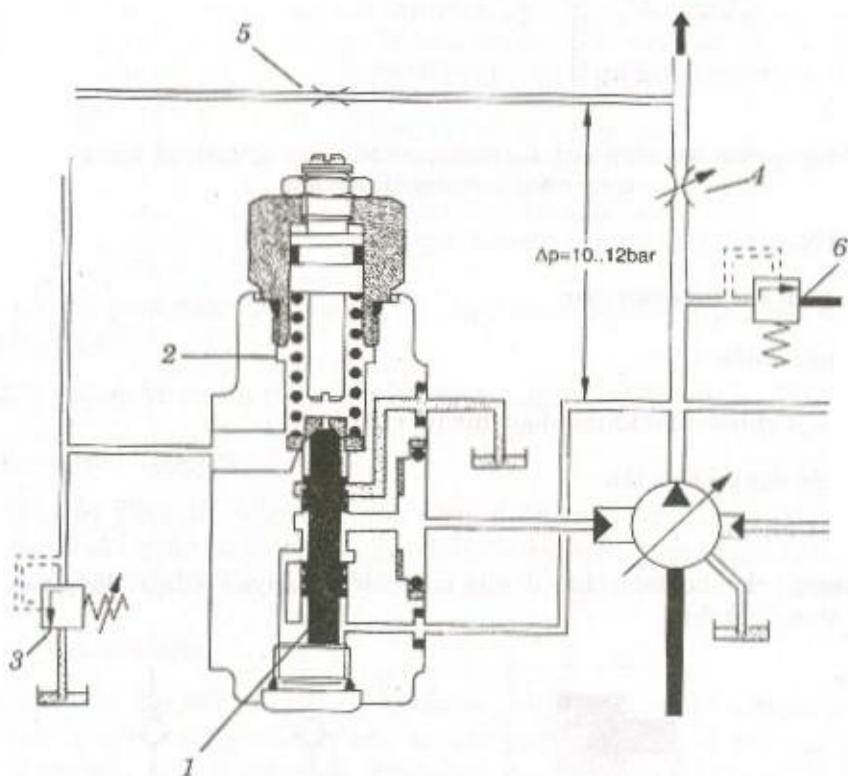
1. Nòng van điều chỉnh độ lệch tâm;
2. Nòng van điều chỉnh độ lệch tâm đối diện;
3. Ống dầu ra; 4. Nòng trượt của van tuyến tính;
5. Lò xo; 6. Vít; 7. Tiết diện; 8. Van tràn.

Nguyên lý điều chỉnh áp suất bằng van tràn cũng tương tự như điều chỉnh áp suất bằng cơ khí. Thay vì điều chỉnh vít (6) theo yêu cầu, ở đây sẽ thay thế bởi áp lực tác động lên tiết diện (7) bằng cách điều chỉnh van tràn (8). Như vậy, độ lệch tâm giữa rôto và statos sẽ thay đổi, do đó lưu lượng vào nòng van (1) thay đổi. Kết quả là áp suất trong buồng nén của bơm hay ở ống dầu ra (3) sẽ thay đổi theo yêu cầu.

Hình 3-61 biểu diễn ký hiệu và đường đặc tính của bơm điều chỉnh áp suất bằng van tràn.



Hình 3-61 Phương pháp điều chỉnh áp suất của bơm bằng van tràn
a. Ký hiệu; b. Đường đặc tính bơm.

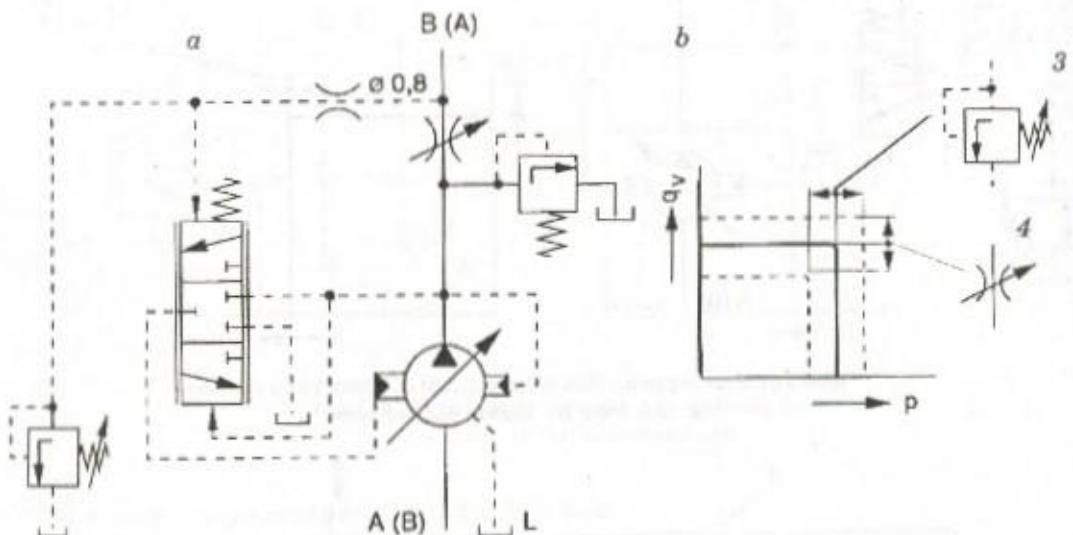


Hình 3-62 Điều chỉnh lưu lượng kết hợp điều chỉnh áp suất của bơm
1,2. Van giảm áp; 3. Van tràn; 4. Van tiết lưu;
5. Van tiết lưu có tiết diện không đổi; 6. Van tràn.

c) Điều chỉnh lưu lượng kết hợp với điều chỉnh áp suất của bơm (hình 3-62)

Nguyên lý điều chỉnh lưu lượng kết hợp với điều chỉnh áp suất của bơm là dựa trên cơ sở sự kết hợp điều chỉnh áp suất bằng van tràn (3) và điều chỉnh lưu lượng qua bộ ổn tốc, bao gồm: van tiết lưu (4) và van giảm áp thuộc khối (1),(2). Van tiết lưu (5) có tiết diện không đổi (đường kính tiết diện $\phi = 0,8 \text{ mm}$). Van tràn (6) có nhiệm vụ là khi áp suất lớn hơn yêu cầu, dầu tràn về thùng chứa.

Hình 3-63 biểu diễn ký hiệu và đường đặc tính của bơm điều chỉnh áp suất bằng van tràn kết hợp với điều chỉnh lưu lượng.



Hình 3-63 Phương pháp điều chỉnh lưu lượng kết hợp với điều chỉnh áp suất của bơm thay đổi thể tích
a. Ký hiệu; b. Đường đặc tính bơm.

VII. VAN CHẶN

Van chặn gồm các loại van sau:

- Van một chiều
- Van một chiều điều khiển được hướng chặn
- Van tác động khóa lẩn

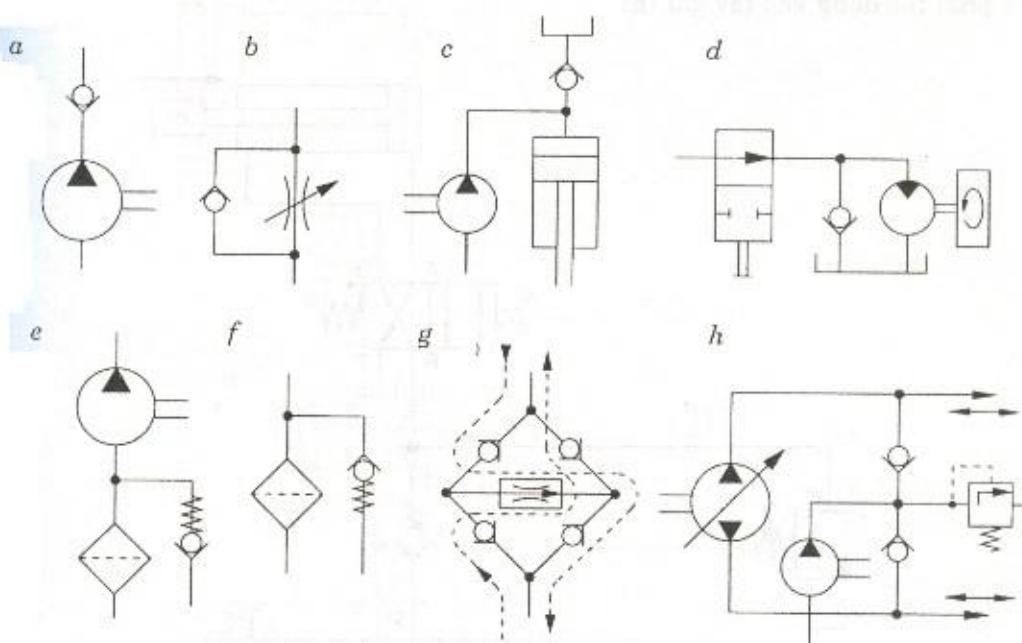
1. Van một chiều

a) Công dụng: chỉ cho dòng chảy đi qua một chiều. Nguyên lý hoạt động và ký hiệu van một chiều xem *hình 3-64*.



Hình 3-64 Van một chiều
a) Nguyên lý; b) Ký hiệu.

b) Một số ví dụ điển hình sử dụng van một chiều (hình 3-65)



Hình 3-65 Một số kết cấu sử dụng van một chiều

- a) Tải trọng ngoài sẽ được duy trì khi bơm mất điện.
- b) Van tiết lưu chỉ cho dòng đi qua một chiều.
- c) Van một chiều khi quá trình hút.
- d) Van một chiều cho động cơ dầu.
- e) Dòng chảy đi qua bơm (khi hút), khi bộ lọc bị bẩn.
- f) Dòng chảy xả về thùng, khi bộ lọc bị bẩn.
- g) Bộ ổn tốc 2 chiều (mạch cầu).
- h) Van một chiều cho bơm dầu có $Q = \text{hằng số}$.

c) Ví dụ minh họa: Xilanh với tải trọng m sẽ duy trì vị trí, mặc dầu khi bơm mất điện (hình 3-66).

2. Van một chiều điều khiển được hướng chặn

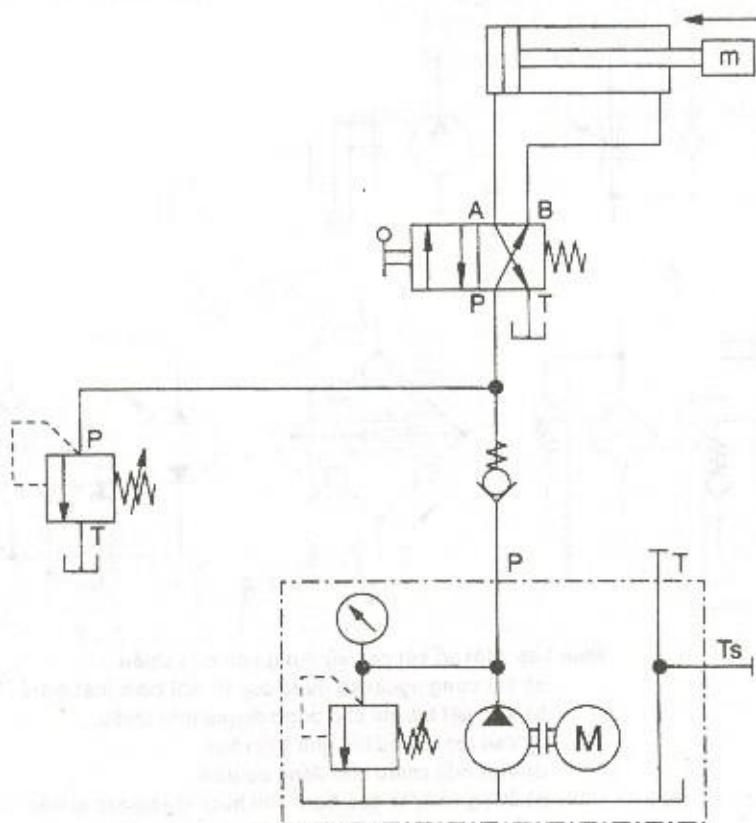
a) Nguyên lý hoạt động

Khi dầu chảy từ A qua B, van thực hiện theo nguyên lý của van một chiều. Nhưng khi dầu chảy từ B qua A, thì phải có tín hiệu điều khiển bên ngoài tác động vào cửa X (hình 3-67)

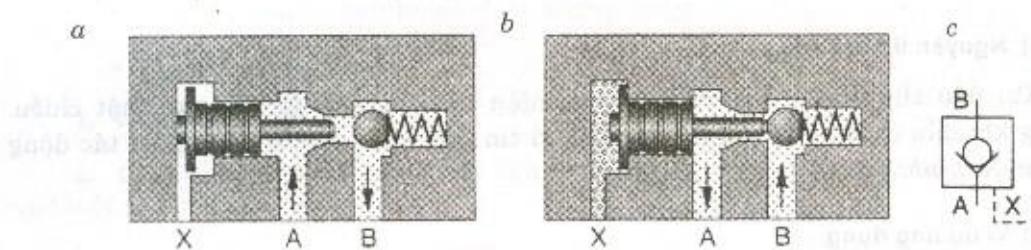
b) Ví dụ ứng dụng

Ứng dụng van một chiều điều khiển được hướng chặn để nâng trọng vật m , xem hình 3-68. Khi tác động vào tay gạt (a), dầu trong ống nén sẽ qua van một chiều điều khiển được hướng chặn với chiều dòng chảy đi từ A sang B, dầu trong ống xả qua cửa B và T để về thùng dầu. Như vậy sẽ nâng tải trọng m lên.

Khi tay gạt (a) không tác động, dầu trong ống nén sẽ qua van đảo chiều, đi từ cửa A sang B và vào pittông. Nhưng đường dầu xả sẽ thông, khi phải có tín hiệu X, tức là phải tác động vào tay gạt (b).

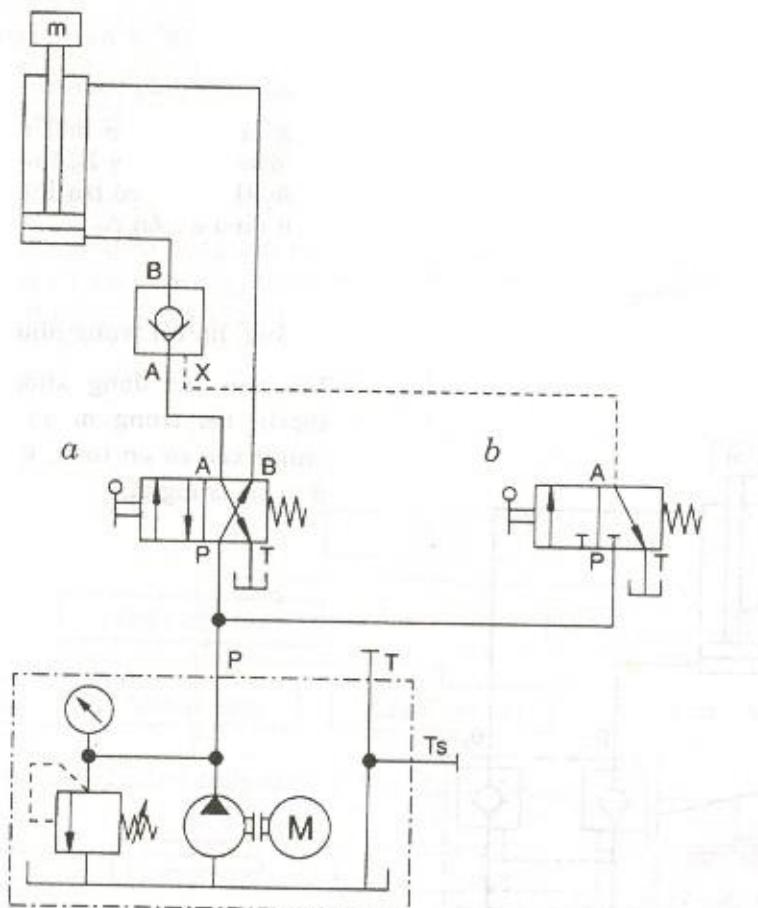


Hình 3-66 Ví dụ tải trọng được duy trì, khi bơm mất điện

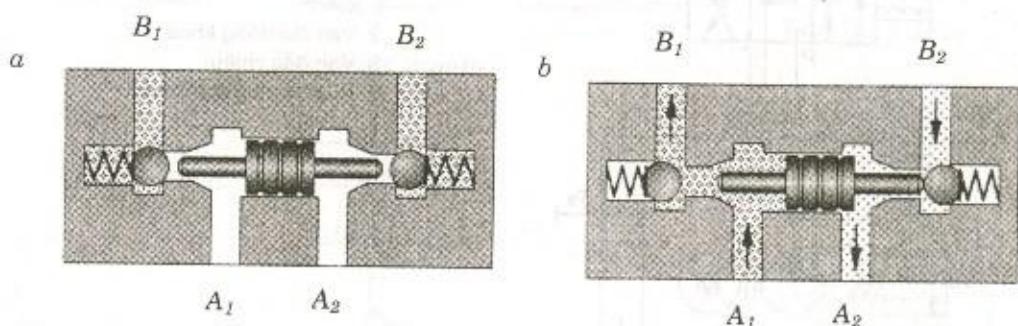


Hình 3-67 Van một chiều điều khiển được hướng chặn

- a) Chiều A qua B, tác dụng như van 1 chiều;
- b) Chiều B qua A có dòng chảy, khi có tác dụng tín hiệu ngoài X;
- c) Ký hiệu.



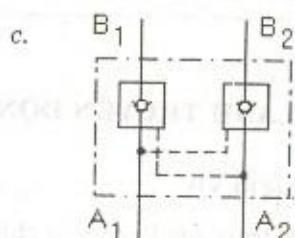
Hình 3-68 Van một chiều điều khiển được hướng chặn lắp trong mạch thủy lực, để nâng, hạ tải trọng m



Hình 3-69 Van tác động khóa lẩn
a) Khi dòng chảy từ A₁ qua B₁,

hoặc từ A₂ qua B₂ (như van 1 chiều);

- b) Từ B₂ về A₂ thì phải có tín hiệu điều khiển A₁;
c) Ký hiệu.



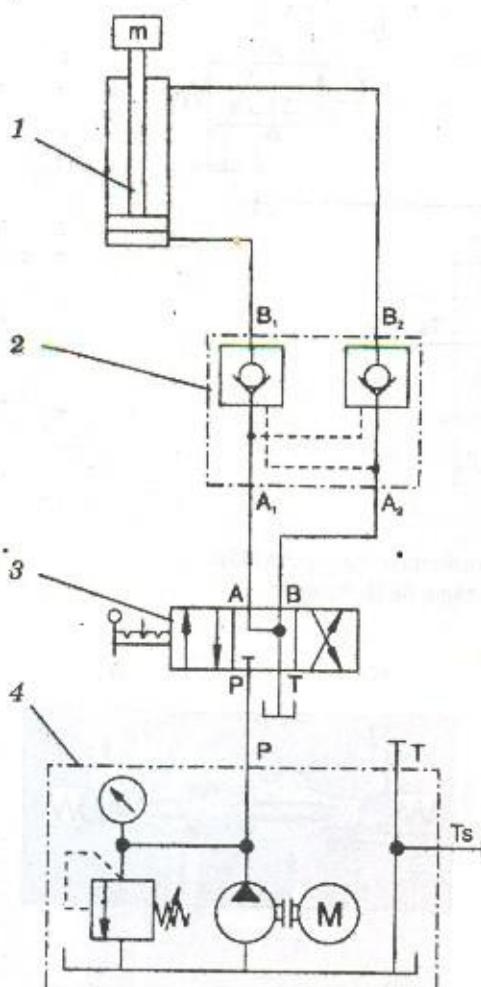
3. Van tác động khóa lắn

a) Nguyên lý hoạt động (hình 3-69)

Kết cấu của van tác động khóa lắn, thực ra là lắp 2 van một chiều điều khiển được hướng chặn. Khi dòng chảy từ A₁ qua B₁ hoặc từ A₂ qua B₂ theo nguyên lý của van một chiều. Nhưng khi dầu chảy từ B₂ về A₂ thì phải có tín hiệu điều khiển A₁ hoặc khi dầu chảy từ B₁ về A₁ thì phải có tín hiệu điều khiển A₂.

b) Ví dụ ứng dụng

Mạch ứng dụng van tác động khóa lắn để nâng, hạ tải trọng như hình 3-70.



Với van tác động khóa lắn lắp trong mạch, tải trọng m sẽ được giữ vị trí chính xác và an toàn, khi van đảo chiều ở vị trí trung gian

Hình 3-70 Ứng dụng lắp van tác động khóa lắn

trong mạch thủy lực để nâng, hạ tải trọng

1. Xilanh;
2. Van tác động khóa lắn;
3. Van đảo chiều;
4. Bộ phận cung cấp dầu.

VIII. XILANH TRUYỀN ĐỘNG (CƠ CẤU CHẤP HÀNH)

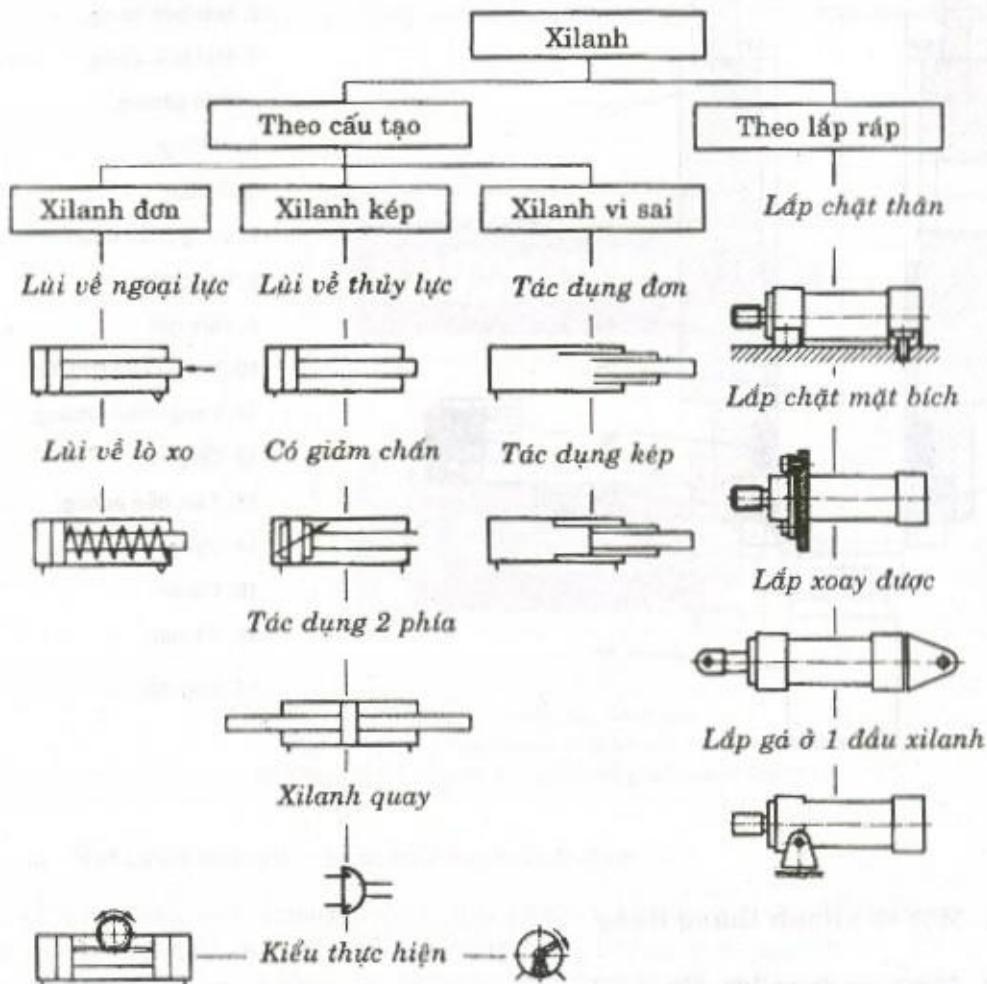
1. Nhiệm vụ

Xilanh thủy lực là cơ cấu chấp hành của truyền dẫn thủy lực để thực hiện chuyển động thẳng.

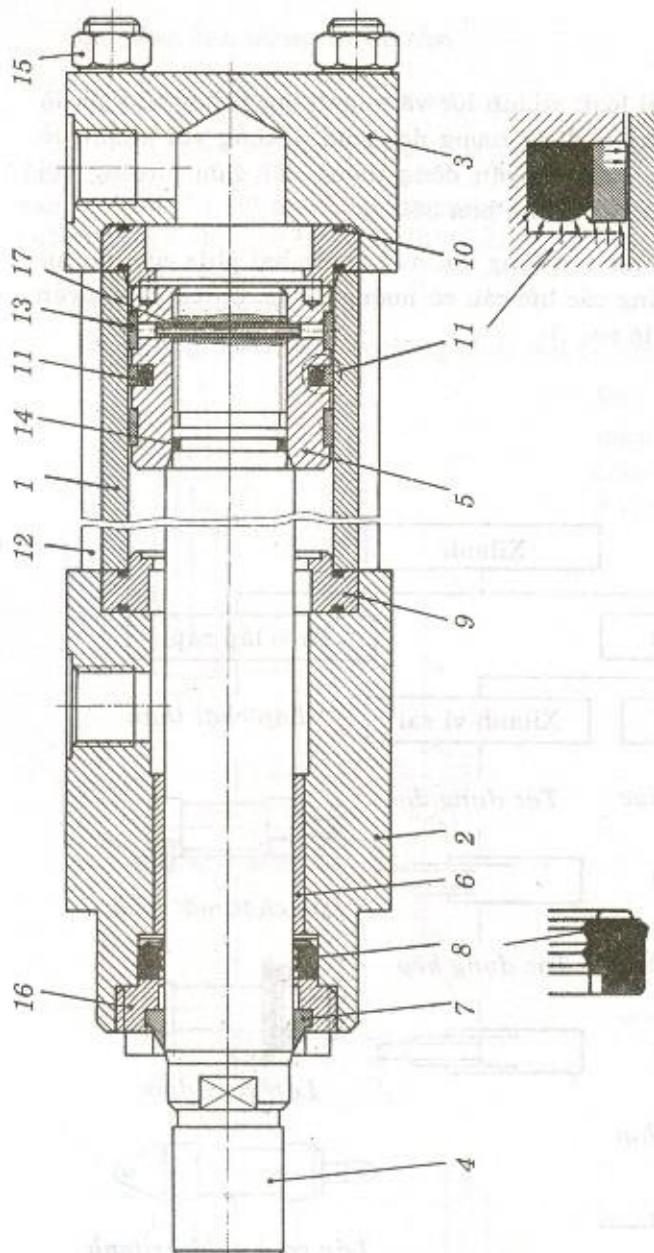
2. Phân loại (hình 3.71)

Xilanh thủy lực được chia làm hai loại: xilanh lực và xilanh quay (hay còn gọi là xilanh mômen). Trong xilanh lực, chuyển động tương đối giữa pittông với xilanh là chuyển động tịnh tiến. Trong xilanh quay chuyển động tương đối giữa pittông với xilanh là chuyển động quay, góc quay thường nhỏ hơn 360° .

Pittông bắt đầu chuyển động khi lực tác động lên một trong hai phía của nó (lực áp suất, lò xo hoặc cơ khí) lớn hơn tổng các lực cản có hướng ngược lại chiều chuyển động (lực ma sát, thủy động, phụ tải, lò xo ...).



Hình 3.71 Phân loại xilanh



3. Cấu tạo xilanh

Xilanh có các bộ phận chính là thân (gọi là xilanh), pittông, cần pittông và một số vòng làm kín. Hình 3-72 là ví dụ xilanh tác dụng kép có cần pittông 1 phía.

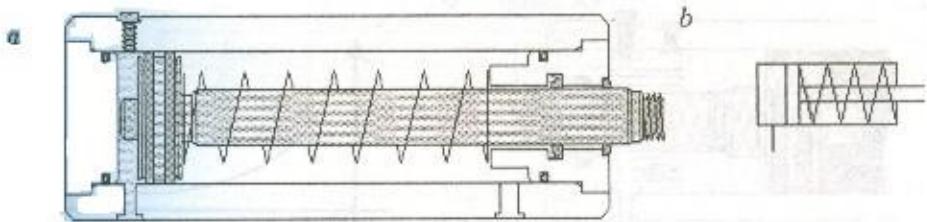
Hình 3-72 Cấu tạo xilanh tác dụng kép có cần pittông 1 phía

1. Thân;
2. Mát bích hông;
3. Mát bích hông;
4. Cần pittông;
5. Pittông;
6. Ổ trượt;
7. Vòng chắn dầu;
8. Vòng đệm;
9. Tấm nối;
10. Vòng chắn hình O;
11. Vòng chắn pittông;
12. Ống nối;
13. Tấm dẫn hướng;
14. Vòng chắn O;
15. Đại ốc;
16. Vít vặn;
17. Ống nối.

4. Một số xilanh thông dụng

a) Xilanh tác dụng đơn (hình 3-73)

Chất lỏng làm việc chỉ tác động một phía của pittông và tạo nên chuyển động 1 chiều. Chuyển động ngược lại được thực hiện nhờ lực lò xo.

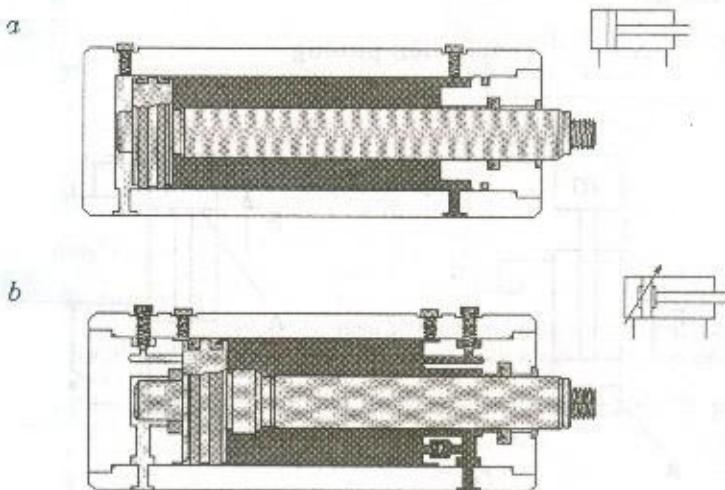


Hình 3-73 Xilanh tác dụng đơn

- a) Xilanh tác dụng đơn (chiều ngược lại bằng lò xo);
- b) Ký hiệu.

b) Xilanh tác dụng kép (hình 3-74)

Chất lỏng làm việc tác động vào 2 phía của pittông và tạo nên chuyển động 2 chiều.

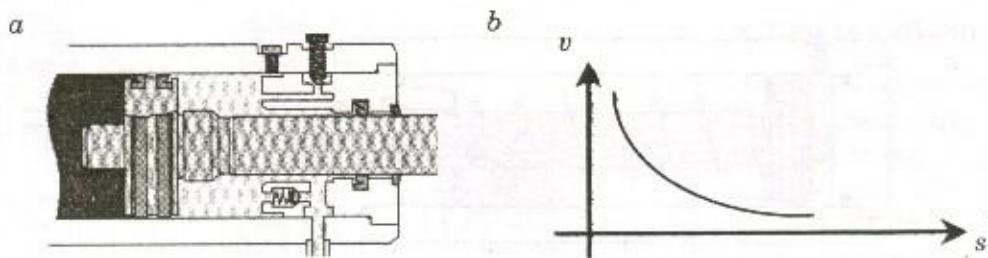


Hình 3-74 Xilanh tác dụng kép

- a) Xilanh tác dụng kép không có giảm chấn cuối hành trình và ký hiệu;
- b) Xilanh tác dụng kép có giảm chấn cuối hành trình và ký hiệu.

c) Kết cấu xilanh giảm chấn cuối hành trình (hình 3-75)

Ở giai đoạn cuối khoảng chạy, khi pittông chạm lên mặt đầu xilanh, có thể xảy ra va đập nếu vận tốc chuyển động của pittông hoặc xilanh lớn, đặc biệt là đối với các pittông, xilanh có khối lượng lớn. Để giảm khả năng va đập này, trong xilanh thường có các bộ phận giảm chấn. Phần lớn các bộ phận giảm chấn làm việc theo nguyên lý tăng áp suất khoang đối áp ở cuối khoảng chạy. Áp suất khoang đối áp tăng, làm giảm vận tốc chuyển động, xem hình 3-75.



Hình 3-75 Giảm chấn cuối hành trình
a) Kết cấu; b) Biểu đồ giảm chấn.

5. Tính toán xilanh truyền lực

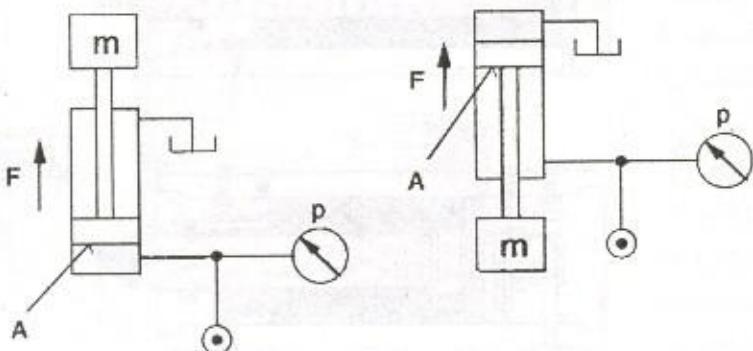
a) Áp suất p, lực F và diện tích A (hình 3-76)

Áp suất p tính theo công thức :

$$p = \frac{F}{A}$$

Trong đó:

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad - \text{tiết diện pittông}$$



Hình 3-76 Áp suất p, lực F trong xilanh

Nếu tính đến tổn thất thể tích ở xilanh, để tính toán đơn giản, ta chọn:

- Áp suất: $p = \frac{F}{A \cdot \eta} \cdot 10^4$

- Diện tích pittông: $A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot 10^{-2}$

Trong đó: A - diện tích tiết diện pittông [cm^2]

d - đường kính pittông [mm]

p - áp suất [bar]

η - hiệu suất, lấy theo bảng 3.5.

F - lực [kN]

BẢNG 3-5

p [bar]	20	120	160
η [%]	85	90	95

Như vậy pít tông bắt đầu chuyển động được, khi lực: $F > F_G + F_A + F_R$

Trong đó:

F_G - trọng lực,

F_A - lực gia tốc,

F_R - lực ma sát.

b) Liên hệ giữa lưu lượng q_v , vận tốc v và diện tích A (hình 3-77)

Lưu lượng chảy vào xilanh tính theo công thức:

$$q_v = A \cdot v$$

Để tính toán đơn giản, ta chọn:

$$q_v = A \cdot v \cdot 10^{-1}$$

$$A = \frac{d^2 \pi}{4} \cdot 10^{-2}$$

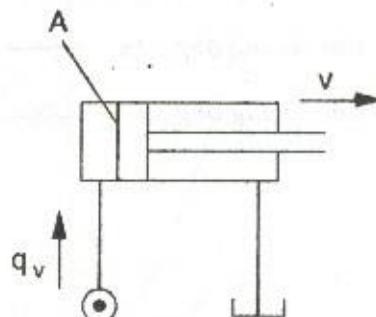
Trong đó:

d - đường kính [mm]

A - diện tích [cm^2]

q_v - lưu lượng [$lit/phút$]

v - vận tốc [$m/phút$]



Hình 3-77. Liên hệ giữa lưu lượng q_v , vận tốc v và diện tích A của xilanh làm việc

Phản tinh toán động cơ dầu truyền lực, đã được trình bày ở chương 2, phần 1.

IX. ỐNG DẪN, ỐNG NỐI

Để nối liền các phần tử điều khiển (các loại van) với các cơ cấu chấp hành, với hệ thống biến đổi năng lượng (bơm dầu, động cơ dầu), người ta dùng các ống dẫn, ống nối hoặc các tấm nối.

1. Ống dẫn

a) Yêu cầu

Ống dẫn dùng trong hệ thống điều khiển bằng thủy lực phổ biến là ống dẫn cứng (ống đồng và ống thép) và ống dẫn mềm (vải cao su và ống mềm bằng kim loại có thể làm việc ở nhiệt độ $135^\circ C$).

Ống dẫn cần phải đảm bảo độ bền cơ học và tổn thất áp suất trong ống nhỏ nhất. Để giảm tổn thất áp suất, các ống dẫn càng ngắn càng tốt, ít bị uốn cong để tránh sự biến dạng của tiết diện và sự đổi hướng chuyển động của dầu.

b) Vận tốc dầu chảy trong ống (hình 3-78)

Vận tốc dầu chảy trong ống thường dùng là:

- Ở ống hút: $v = 0,5 \div 1,5 \text{ m/s}$

- Ở ống nén: $p < 50 \text{ bar}$ $v = 4 \div 5 \text{ m/s.}$

$p = 50 \div 100 \text{ bar}$ $v = 5 \div 6 \text{ m/s.}$

$p > 100 \text{ bar}$ $v = 6 \div 7 \text{ m/s.}$

- Ở ống xả $v = 0,5 \div 1,5 \text{ m/s}$

Ký hiệu:

Các đường ống hút



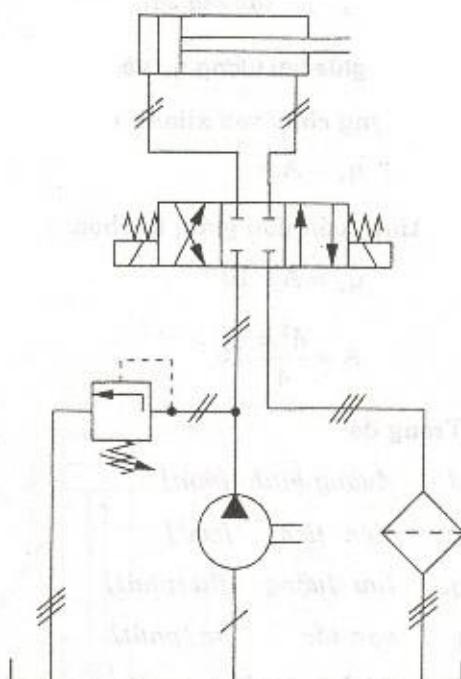
Các đường ống nén



Các đường ống xả



Hình 3-78 Các đường ống hút, nén và xả trong mạch thủy lực



c) Chọn kích thước đường kính ống dẫn

Để lựa chọn kích thước đường kính ống dẫn, ta xuất phát từ phương trình lưu lượng chảy qua ống dẫn.

Lưu lượng qua ống dẫn: $q_v = A.v$

Trong đó:

$$\text{Tiết diện: } A = \frac{\pi d^2}{4}$$

Để cho đơn giản, ta chọn công thức tính vận tốc như sau: $v = \frac{q_v}{6.d^2} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 10^2$

Trong đó: d [mm]

q_v [lit/phút]

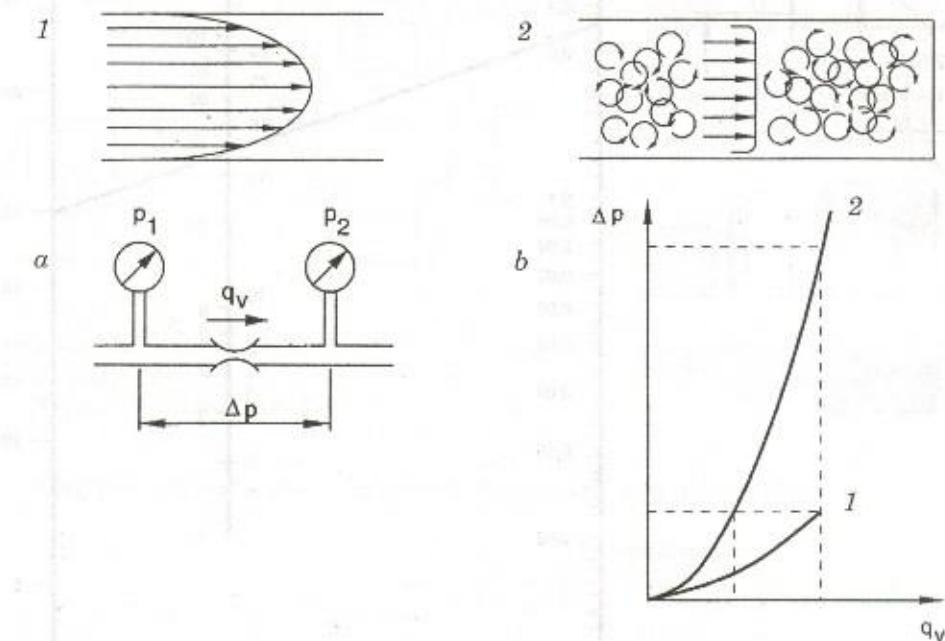
v [m/s]

Như vậy kích thước đường kính ống dẫn là:

$$d = 10 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot q_v}{3 \cdot \pi \cdot v}} \quad [\text{mm}]$$

d) Tổn thất áp suất trong ống dẫn, ống nối

Sự phụ thuộc lưu lượng q_v và tổn thất áp suất Δp với các loại dòng chảy tầng (1) và dòng chảy rối (2) qua ống dẫn, được trình bày trên *hình 3-79*.



Hình 3-79 Tổn thất áp suất trong ống dẫn

- a) Tổn thất áp suất $\Delta p = p_1 - p_2$;
- b) Biểu đồ q_v , Δp và loại dòng chảy.

Biểu đồ sự phụ thuộc tổn thất áp suất Δp , lưu lượng q_v và đường kính ϕ qua ống nối được trình bày trên *hình 3-80*.

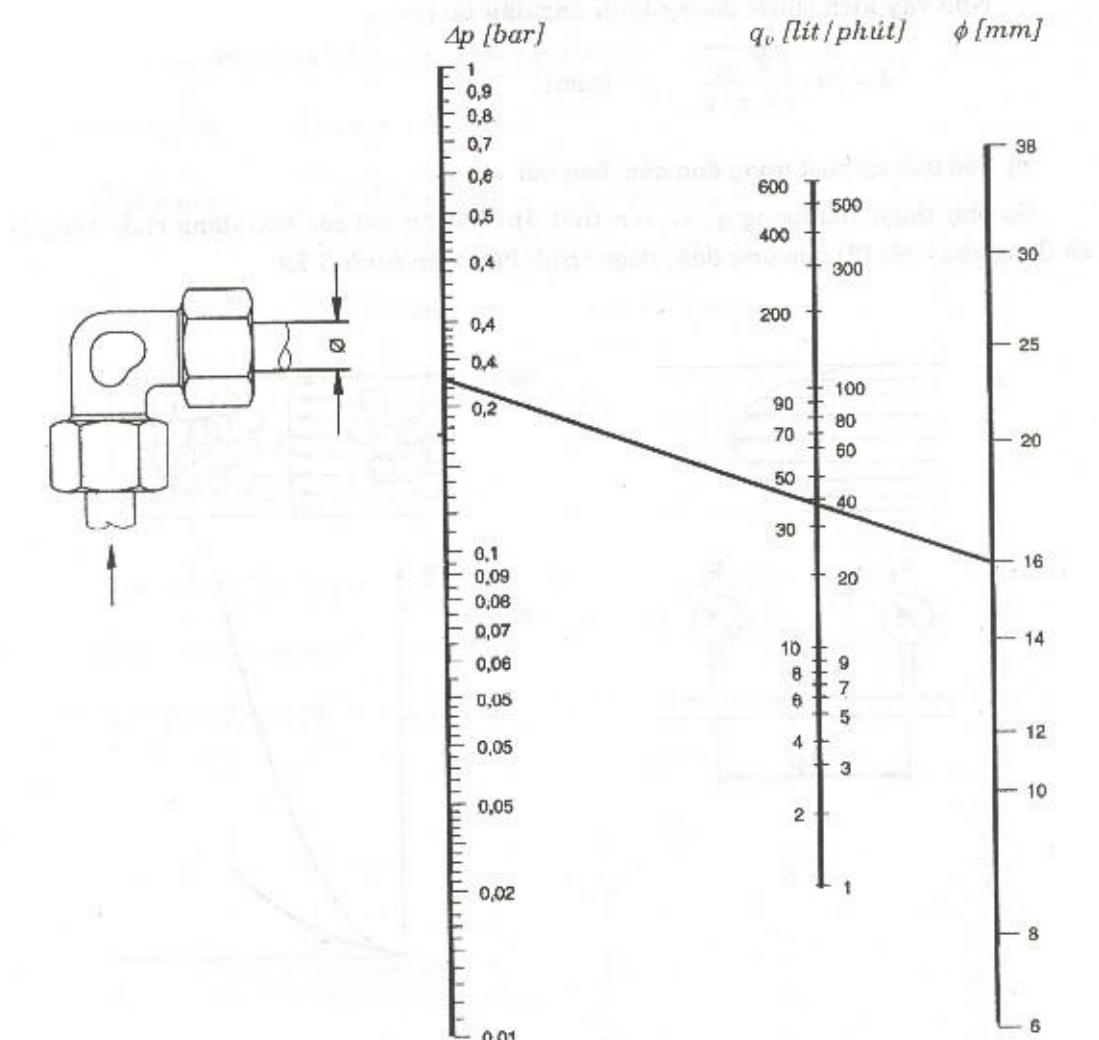
2. Các loại ống nối

a) Yêu cầu

Trong hệ thống thủy lực, ống nối có yêu cầu tương đối cao về độ bền và độ kín. Tùy theo điều kiện sử dụng ống nối có thể cố định (không tháo dược) và tháo dược.

b) Các loại ống nối

Để nối các ống dẫn với nhau hoặc nối ống dẫn với các phần tử của thủy lực, ta dùng các loại ống nối theo các loại trình bày trên *hình 3-81*.



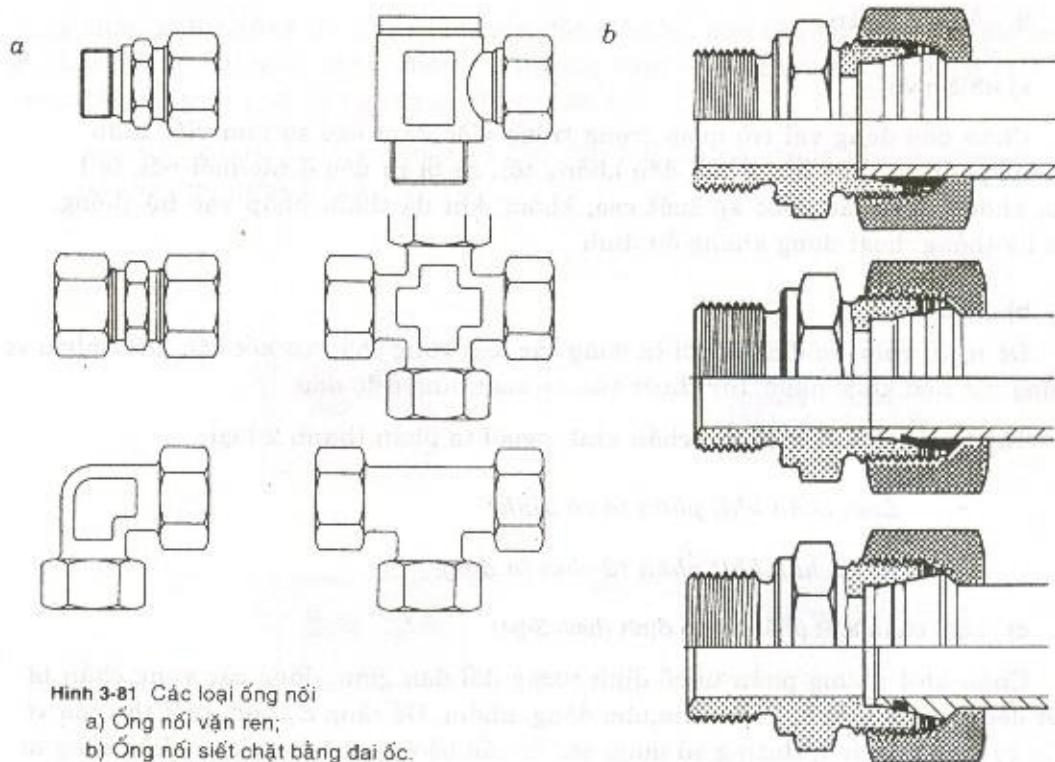
Hình 3-80 Tổn thất áp suất qua ống nối

Nối liền các ống dẫn với nhau hoặc nối ống dẫn với các phần tử của thủy lực có ưu điểm là do các đầu ren được tiêu chuẩn hóa, nên dễ dàng nối liền chúng với nhau. Nhưng cũng có những nhược điểm sau: dùng nhiều ống dẫn và ống nối làm tăng tổn thất áp suất; tăng khả năng bị rò dầu; chiếm nhiều khoảng không gian.

Vì thế trong hệ thống điều khiển bằng thủy lực hiện đại, người ta sử dụng rộng rãi kiểu nối liền bằng tấm nối, tức là lắp ráp một số phần tử thành các cụm điều khiển, gọi là block, sẽ được trình bày trong chương 6, phần V.

- Ống nối vặn ren được minh họa ở hình 3-81 a.

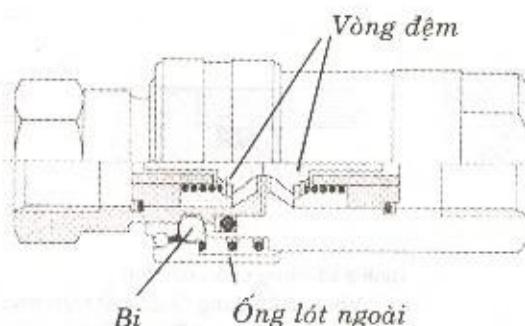
- Khi đường ống làm việc trong điều kiện nhiệt độ cao, có thể dùng mối nối ống có kết cấu ở hình 3-81 b. Khi siết chặt đai ốc nối, dưới tác dụng mặt côn ống nối, mối nối được làm kín.



Hình 3-81 Các loại ống nối

- a) Ống nối vặn ren;
- b) Ống nối siết chặt bằng đai ốc.

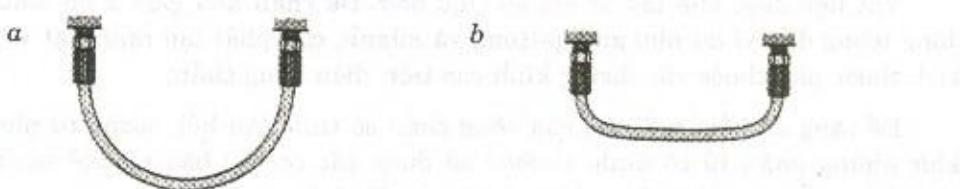
- Ống nối với khớp tháo, lắp nhanh được minh họa ở hình 3-82.



Hình 3-82 Ống nối với khớp tháo, lắp nhanh

c) Cách lắp ống nối mềm

Khi lắp đường ống mềm với các bộ nối ống, cần đảm bảo độ uốn cong của ống mềm sau mỗi nối, để tiết diện của ống mềm không bị biến dạng, xem hình 3-83.



Hình 3-83 Cách lắp ống nối mềm

- a. Lắp đúng;
- b. Lắp không đúng.

3. Vòng chắn

a) Nhiệm vụ

Chắn dầu đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo sự làm việc bình thường của các phần tử thủy lực. Chắn dầu không tốt, sẽ bị rò dầu ở các mối nối, bị hao phí dầu, không đảm bảo được áp suất cao, không khí dễ thâm nhập vào hệ thống, dẫn đến hệ thống hoạt động không ổn định.

b) Phân loại

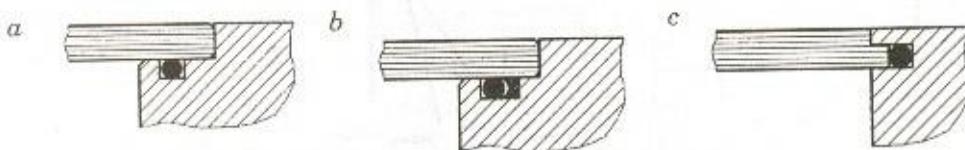
Để ngăn chặn rò dầu, người ta dùng các loại vòng chắn có kết cấu khác nhau với những vật liệu khác nhau, tùy thuộc vào áp suất, nhiệt độ dầu.

Tùy thuộc vào bề mặt cần chắn khít, người ta phân thành 2 loại:

- *Loại chắn khít phần tử cố định*
- *Loại chắn khít phần tử chuyển động.*

c) Loại chắn khít phần tử cố định (hình 3-84)

Chắn khít những phần tử cố định tương đối đơn giản, dùng các vòng chắn bằng chất dẻo hoặc bằng kim loại mềm, như đồng, nhôm. Để tăng độ bền, tuổi thọ của vòng chắn có tính đàn hồi, thường sử dụng các cơ cấu bảo vệ chế tạo từ vật liệu cứng hơn, như cao su nén vải, vòng kim loại, cao su lưu hóa cùng lõi kim loại, hình 3-84 b.



Hình 3-84 Vòng chắn cố định

- a) Vòng chắn dạng O (có tiết diện tròn);
- b) Vòng chắn dạng O (có tiết diện tròn và vòng làm kín);
- c) Vòng chắn dạng O (có tiết diện tròn) lắp mặt đầu.

d) Loại chắn khít các phần tử chuyển động tương đối với nhau (hình 3-85)

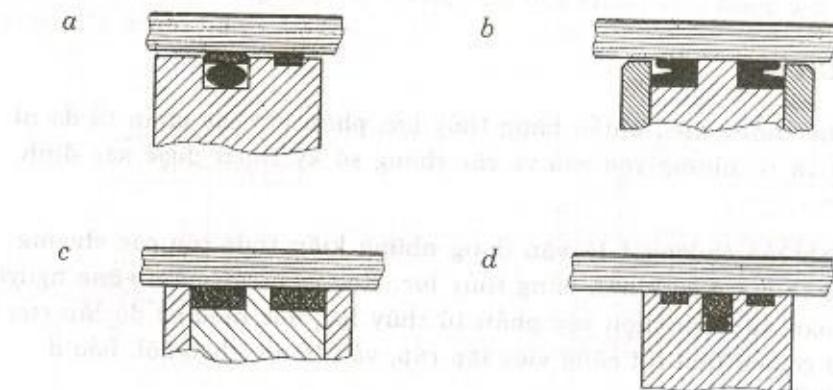
Dùng rộng rãi nhất để chắn khít những phần tử chuyển động, người ta dùng vòng chắn có tiết diện chữ O, tiết diện X, tiết diện V và tiết diện hình phễu.

Vật liệu được chế tạo là cao su chịu dầu. Để chắn dầu giữa 2 bề mặt có chuyển động tương đối, ví dụ như giữa pít tông và xilanh, cần phải tạo rãnh đặt vòng chắn có kích thước phụ thuộc vào đường kính của tiết diện vòng chắn.

Để tăng độ bền, tuổi thọ của vòng chắn có tính đàn hồi, tương tự như loại chắn khít những phần tử cố định, thường sử dụng các cơ cấu bảo vệ chế tạo từ vật liệu cứng hơn, như vòng kim loại, hình 3-85 a và 3-85 d.

Để chấn khít những chi tiết có chuyển động thẳng, như cần pittông, cần đẩy con trượt diều khiển với nam châm điện ..., thường dùng vòng chấn có thiết diện chữ V, với vật liệu bằng da hoặc bằng cao su, *hình 3-85 b*.

Trong trường hợp áp suất làm việc của dầu lớn, bề dày cũng như số vòng chấn cần thiết càng lớn, *hình 3-85 c*.



Hình 3-85 Vòng chấn khít phần tử chuyển động tương đối với nhau

CHƯƠNG 4

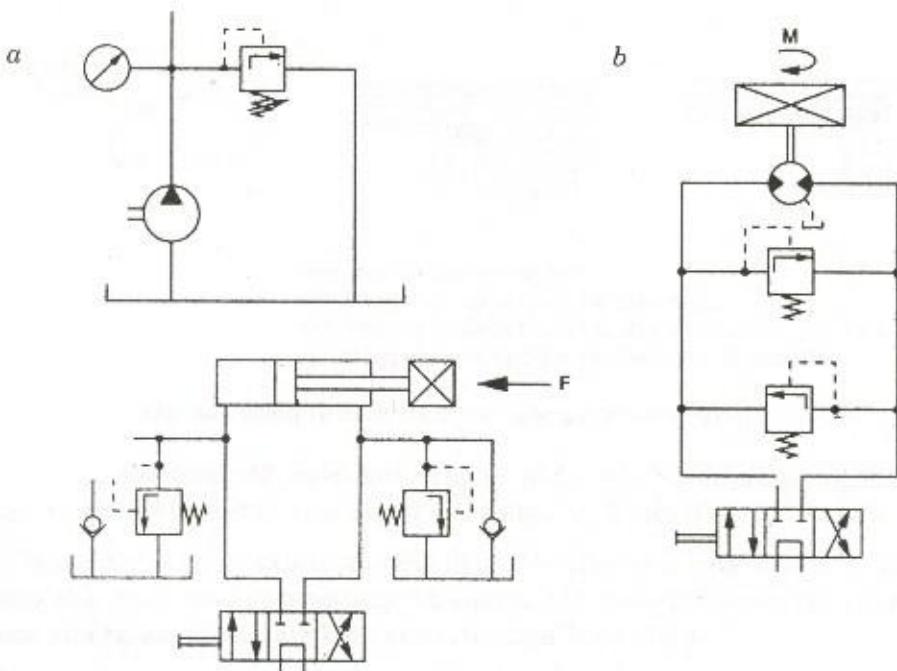
ỨNG DỤNG TRUYỀN ĐỘNG THỦY LỰC

I. MỤC DÍCH

Trong hệ thống điều khiển bằng thủy lực, phần lớn các phần tử do nhà chế tạo sản xuất ra và có những yêu cầu về các thông số kỹ thuật được xác định, được tiêu chuẩn hóa.

Mục đích của chương 4 là vận dụng những kiến thức của các chương trước ứng dụng vào hệ thống điều khiển bằng thủy lực. Học viên cần nắm vững nguyên lý làm việc, tính toán và cách chọn các phần tử thủy lực, đọc hiểu sơ đồ lắp của hệ thống thủy lực, để có thể làm tốt công việc lắp ráp, vận hành, theo dõi, bảo dưỡng và thay thế các phần tử thủy lực.

Dưới đây giới thiệu một số hệ thống điều khiển bằng thủy lực điển hình trong các máy và thiết bị công nghiệp. Các hệ thống điều khiển thủy lực được trình bày từ đơn giản cho đến phức tạp.



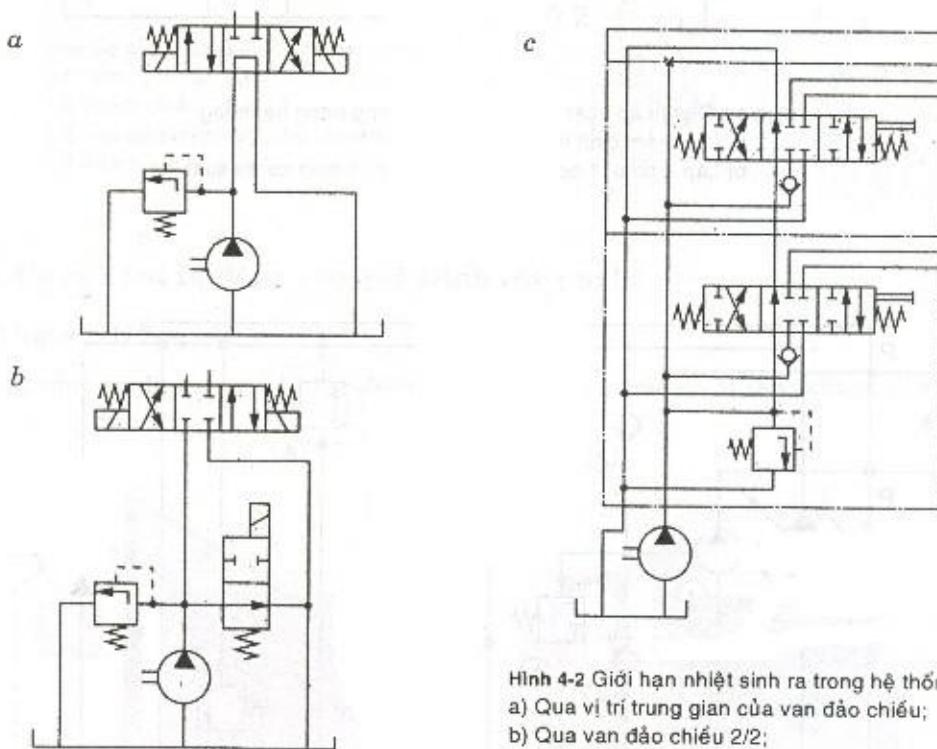
Hình 4-1 Giới hạn áp suất làm việc trong hệ thống

- Qua van tràn cho chuyển động thẳng;
- Qua van tràn cho chuyển động quay;
- Tải trọng thay đổi.

II. CÁC SƠ ĐỒ LẮP ĐIỆN HÌNH

Để giới hạn áp suất làm việc trong hệ thống điều khiển bằng thủy lực, có thể thực hiện theo các sơ đồ lắp ở *hình 4-1*.

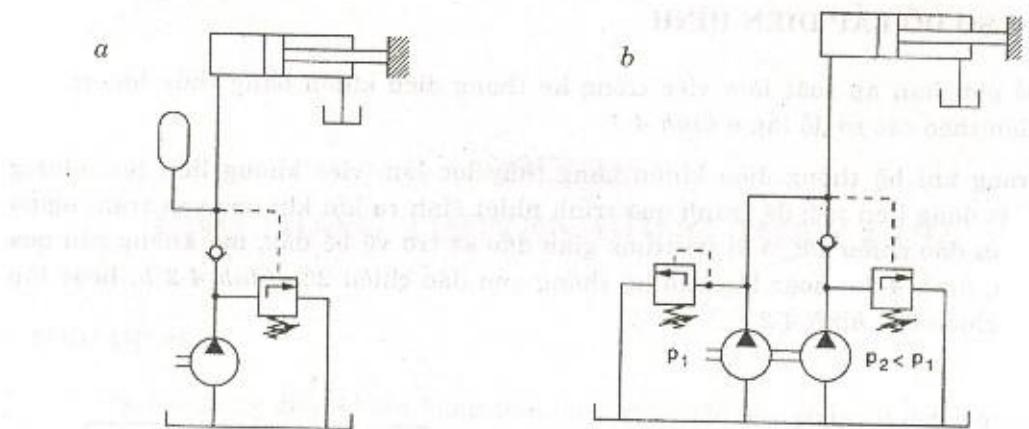
Trong khi hệ thống điều khiển bằng thủy lực làm việc không liên tục, nhưng bơm hoạt động liên tục; để tránh quá trình nhiệt sinh ra lớn khi qua van tràn, người ta lắp van đảo chiều 4/3, ở vị trí trung gian dầu sẽ trở về bể dầu, mà không cần qua van tràn, *hình 4-2a*; hoặc lắp vào hệ thống van đảo chiều 2/2, *hình 4-2 b*; hoặc lắp van đảo chiều 6/3, *hình 4-2 c*.



Hình 4-2 Giới hạn nhiệt sinh ra trong hệ thống
a) Qua vị trí trung gian của van đảo chiều;
b) Qua van đảo chiều 2/2;
c) Qua van đảo chiều 6/3.

Để áp suất hay lưu lượng trong hệ thống điều khiển luôn được ổn định, mặc dầu khi bơm mất điện, người ta lắp vào hệ thống bình trích chứa, *hình 4-3 a*. Khi cơ cấu chấp hành chạy không với vận tốc lớn, nhưng khi chạy làm việc chỉ cần áp suất lớn, lưu lượng nhỏ, người ta lắp theo *hình 4-3b*.

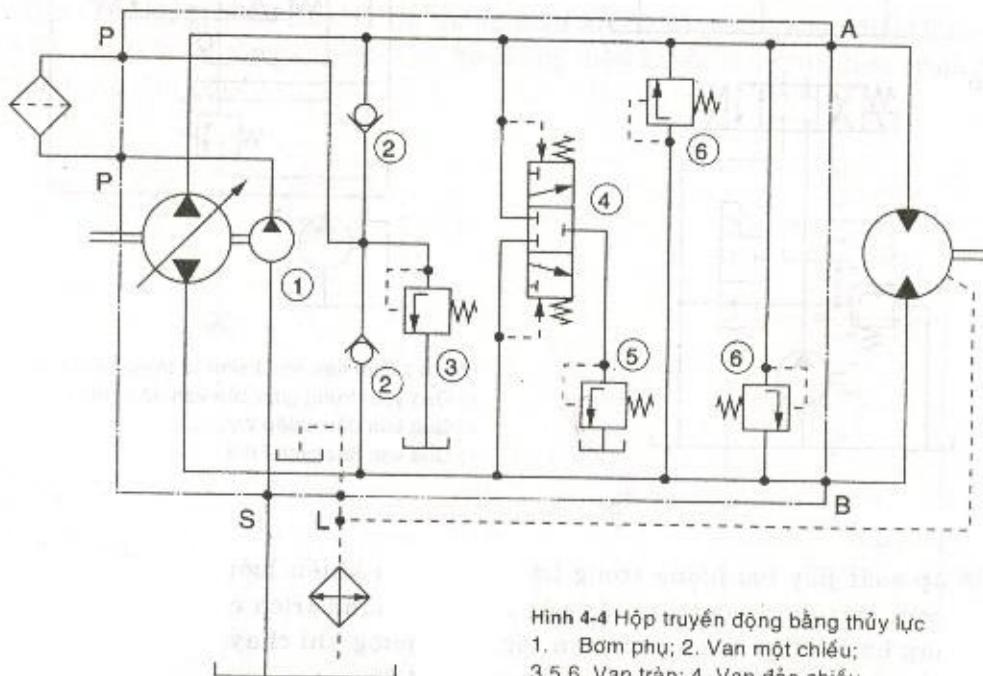
Trong công nghiệp người ta cũng hay sử dụng hộp truyền động bằng thủy lực: gồm động cơ dầu và bơm dầu lắp chung vào thành một khối. Như vậy tổn thất thể tích và tổn thất áp suất của hệ thống sẽ giảm đi, xem *hình 4-4*.



Hình 4-3 Duy trì áp suất và thay đổi lưu lượng trong hệ thống

a) Lắp thêm bình tích chứa;

b) Lắp 2 bơm: 1 bơm có lưu lượng lớn, 1 bơm có áp suất lớn.



Hình 4-4 Hộp truyền động bằng thủy lực

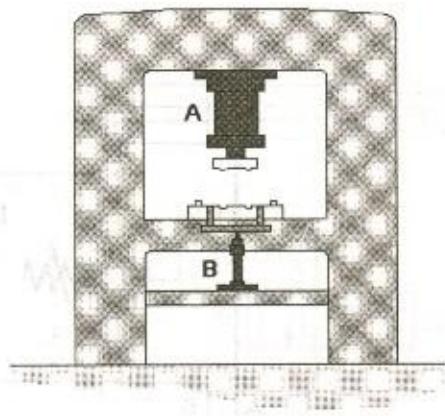
1. Bơm phụ; 2. Van một chiều;

3,5,6. Van tràn; 4. Van đảo chiều.

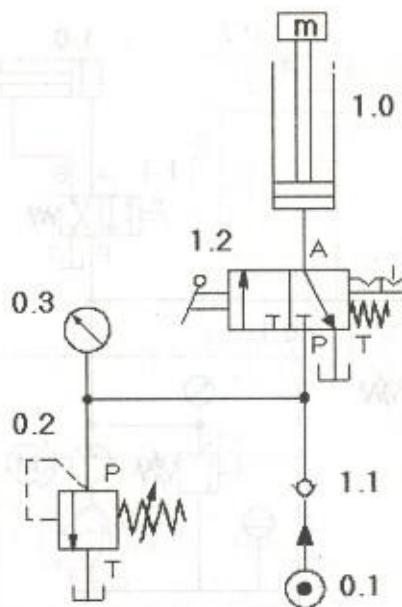
III. VÍ DỤ MINH HỌA

1. Máy dập thủy lực điều khiển bằng tay

Nguyên lý làm việc (hình 4-5): Khi có tín hiệu tác động bằng tay, xilanh A mang đầu dập đi xuống. Xilanh A lùi về, khi thả tay ra.



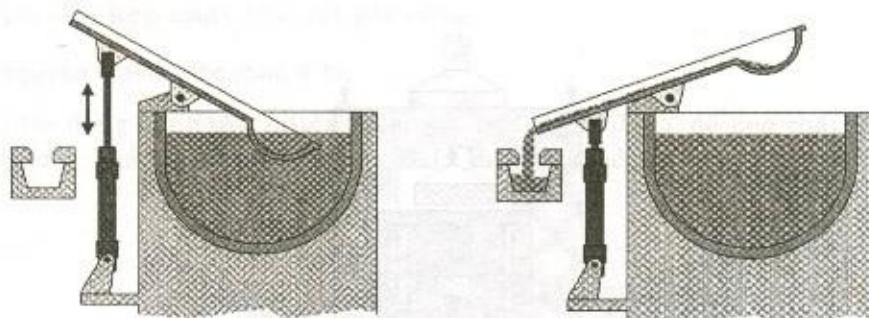
Hình 4-5 Máy đập điều khiển bằng tay
0.1 Bơm; 0.2 Van tròn; 0.3 Áp kế;
1.1 Van 1 chiều;
1.2 Van đảo chiều 3/2, điều khiển tay gạt;
1.0 Xilanh.



2. Cơ cấu rót tự động cho quy trình công nghệ đúc

a) Nguyên lý làm việc (hình 4-6)

Gầu múc sẽ đi xuống, khi tác động bằng tay. Gầu múc sẽ đi lên, khi thả tay ra.



Hình 4-6 Cơ cấu rót tự động trong công nghệ đúc

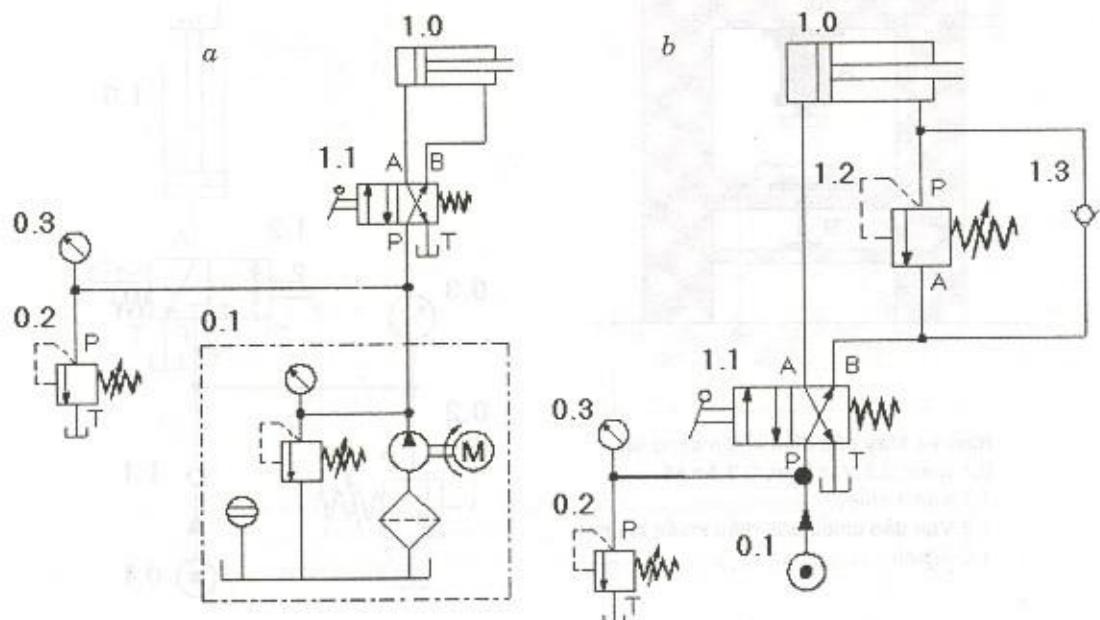
b) Sơ đồ mạch thủy lực (hình 4-7)

Để cho chuyển động của xilanh, gầu múc đi xuống được êm, ta lắp một van cản 1.2 vào đường xả dầu về, xem hình 4-7b.

3. Nâng hạ chi tiết được sơn trong lò sấy

a) Nguyên lý làm việc (hình 4-8)

Khi tác động bằng tay, pít tông nâng chi tiết lên gần nguồn nhiệt hơn. Khi chi tiết đã được sấy khô, ta tác động bằng tay sang vị trí làm việc khác, chi tiết được hạ xuống.

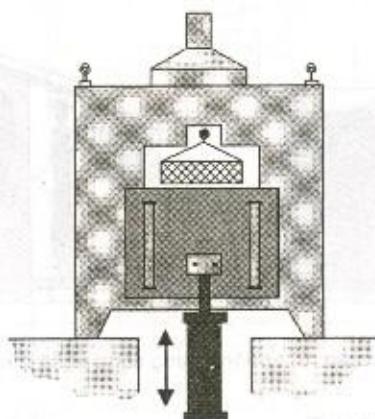


Hình 4-7 Sơ đồ mạch thủy lực cơ cấu rót tự động

0.1 Cụm bơm; 0.2 Van tràn; 0.3 Áp kế;

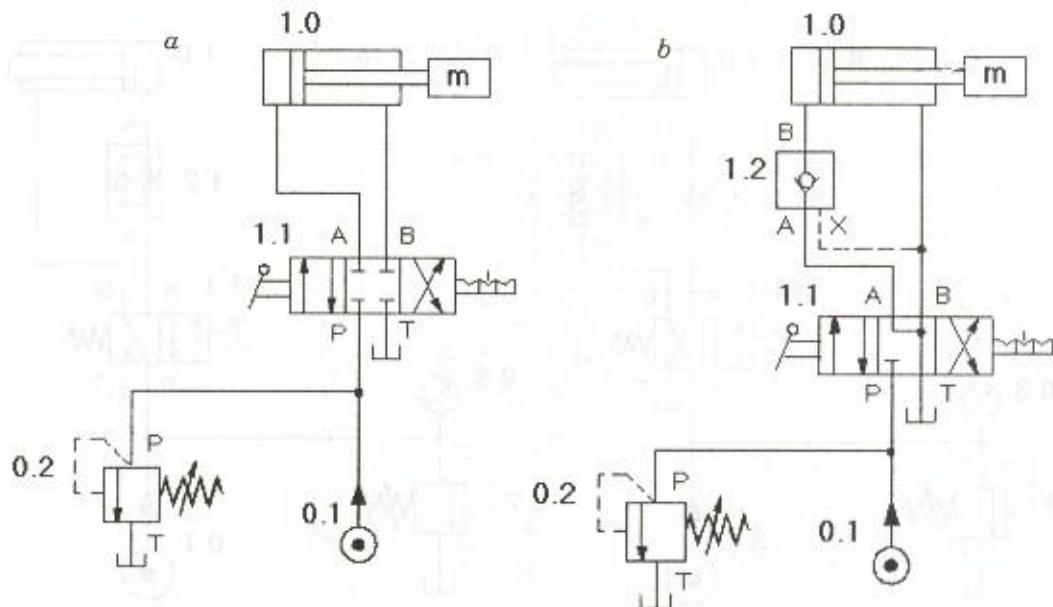
1.1 Van đảo chiều 4/2, điều khiển bằng tay gạt;

1.2 Van cản; 1.0 Xilanh.



b) Sơ đồ mạch thủy lực (hình 4-9)

Để cho chuyển động của xilanh di xuống được êm và có thể dừng lại vị trí bất kỳ, ta lắp thêm van một chiều điều khiển được hướng chặn 1.2 vào đường nén, xem hình 4-9 b.



Hình 4-9 Sơ đồ mạch thủy lực nâng hạ chi tiết được sơn trong lò sấy

0.1 Cụm bơm; 0.2 Van tràn;

1.1 Van đảo chiều 4/3, điều khiển bằng tay gạt;

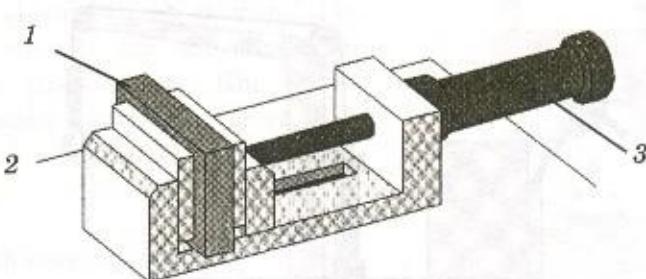
1.2 Van một chiều điều khiển được hướng chặn;

1.0 Xilanh.

4. Cơ cấu kẹp chặt chi tiết gia công

a) Nguyên lý làm việc (hình 4-10)

Khi tác động bằng tay, pittông mang hàm di động đi ra, để kẹp chặt chi tiết. Khi gia công xong, thả tay ra pittông lùi về, chi tiết được mở ra.

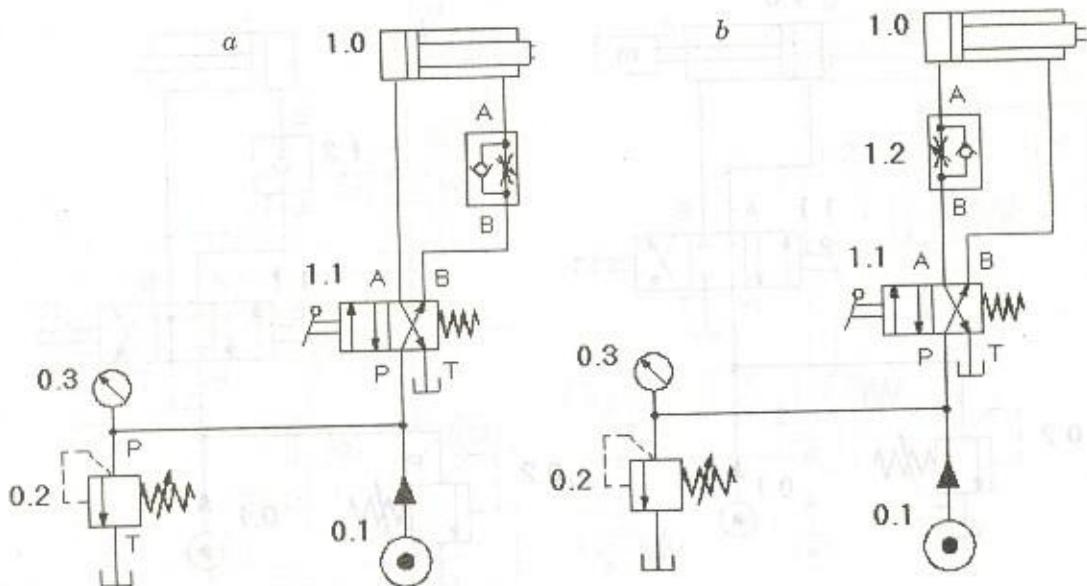


Hình 4-10 Cơ cấu kẹp chặt chi tiết gia công

1. Chi tiết; 2. Hàm kẹp; 3. Xilanh.

b) Sơ đồ mạch thủy lực (hình 4-11)

Để cho xilanh chuyển động đi tới kẹp chi tiết với vận tốc chậm, không va đập với chi tiết kẹp, ta sử dụng van tiết lưu một chiều. Ở hình 4-11a van tiết lưu một chiều đặt ở đường ra và ở hình 4-11b van tiết lưu một chiều đặt ở đường vào.



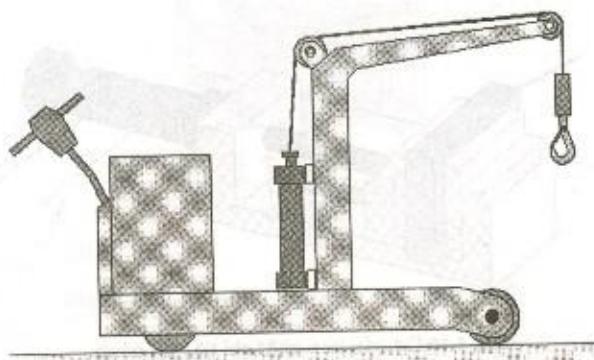
Hình 4-11 Sơ đồ mạch thủy lực cơ cấu kẹp chặt chi tiết gia công

0.1 Cụm bơm; 0.2 Van tràn; 0.3 Áp kế;
1.1 Van đảo chiều 4/2, điều khiển bằng tay gạt;
1.2 Van tiết lưu một chiều; 1.0 Xilanh.

5. Hệ thống cẩu tải trọng nhẹ

a) Nguyên lý làm việc (hình 4-12)

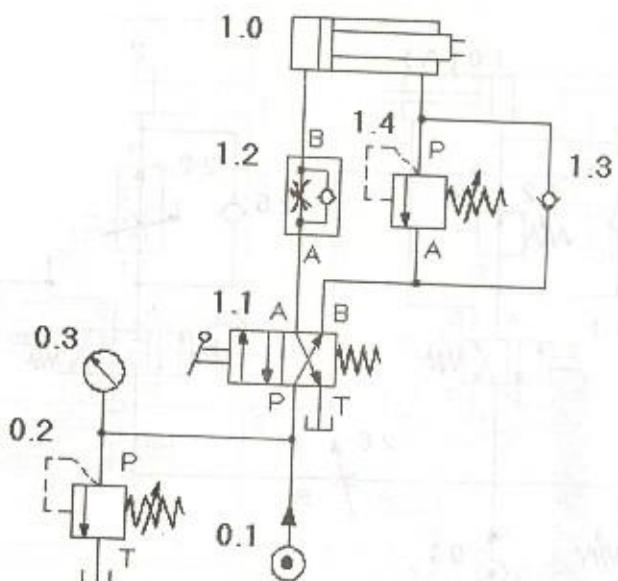
Dây cáp nối móc cẩu và đầu pittông được mắc qua các ròng rọc cố định. Pittông di ra, móc cẩu tải trọng hạ xuống chậm, khi pittông lùi về, tải trọng được nâng lên.



Hình 4-12 Hệ thống cẩu tải trọng nhẹ

b) Sơ đồ mạch thủy lực (hình 4-13)

Khi móc cẩu tải trọng hạ xuống chậm, ta sử dụng van tiết lưu một chiều 1.2. Để cho quá trình hạ cẩu có giảm chấn, có đổi trọng, ta sử dụng van cản 1.4.

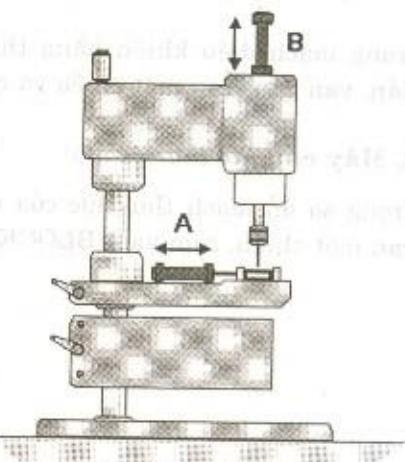


Hình 4-13 Sơ đồ mạch thủy lực hệ thống cẩu tải trọng nhẹ
 0.1 Cụm bơm; 0.2 Van tràn; 0.3 Áp kế;
 1.1 Van đảo chiều 4/2, điều khiển bằng tay gạt;
 1.2 Van tiết lưu một chiều; 1.3 Van một chiều;
 1.4 Van cản; 1.0 Xilanh.

6. Máy khoan bàn

a) Nguyên lý làm việc (hình 4-14)

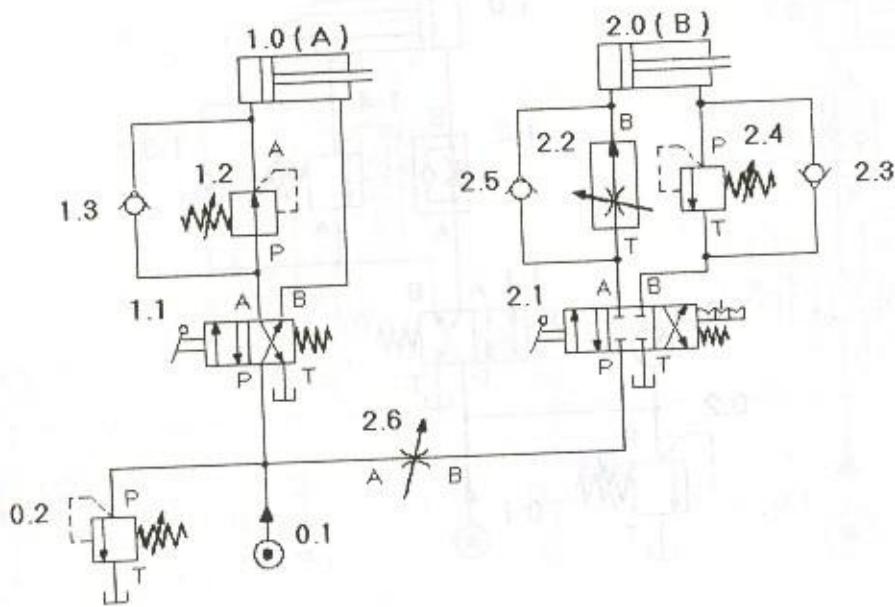
Hệ thống thủy lực điều khiển hai lanh. Xilanh A làm nhiệm vụ kẹp chi tiết trong quá trình khoan, xilanh B mang đầu khoan đi xuống với vận tốc đều được điều chỉnh trong quá trình khoan. Khi khoan xong, xilanh B mang đầu khoan lui về. Sau đó xilanh A lui về mở hàm kẹp. Sau đó chiết được tháo ra.



b) Sơ đồ mạch thủy lực (hình 4-15)

Để cho vận tốc trong quá trình khoan không đổi, mặc dầu có thể tải trọng thay đổi, ta dùng bộ ổn tốc 2.2. Áp suất cho kẹp chi tiết nhỏ, ta sử dụng van giảm áp 1.2.

Hình 4-14 Máy khoan bàn



Hình 4-15 Sơ đồ mạch thủy lực máy khoan bàn

0.1 Cụm bơm; 0.2 Van tràn;

1.1 Van đảo chiều 4/2, điều khiển bằng tay gạt; 1.2 Van giảm áp;

1.3 Van một chiều; 1.0 Xilanh A;

2.1 Van đảo chiều 4/3, điều khiển bằng tay gạt;

2.2 Bộ ổn tốc; 2.3 Van một chiều;

2.4 Van cản; 2.5 Van một chiều;

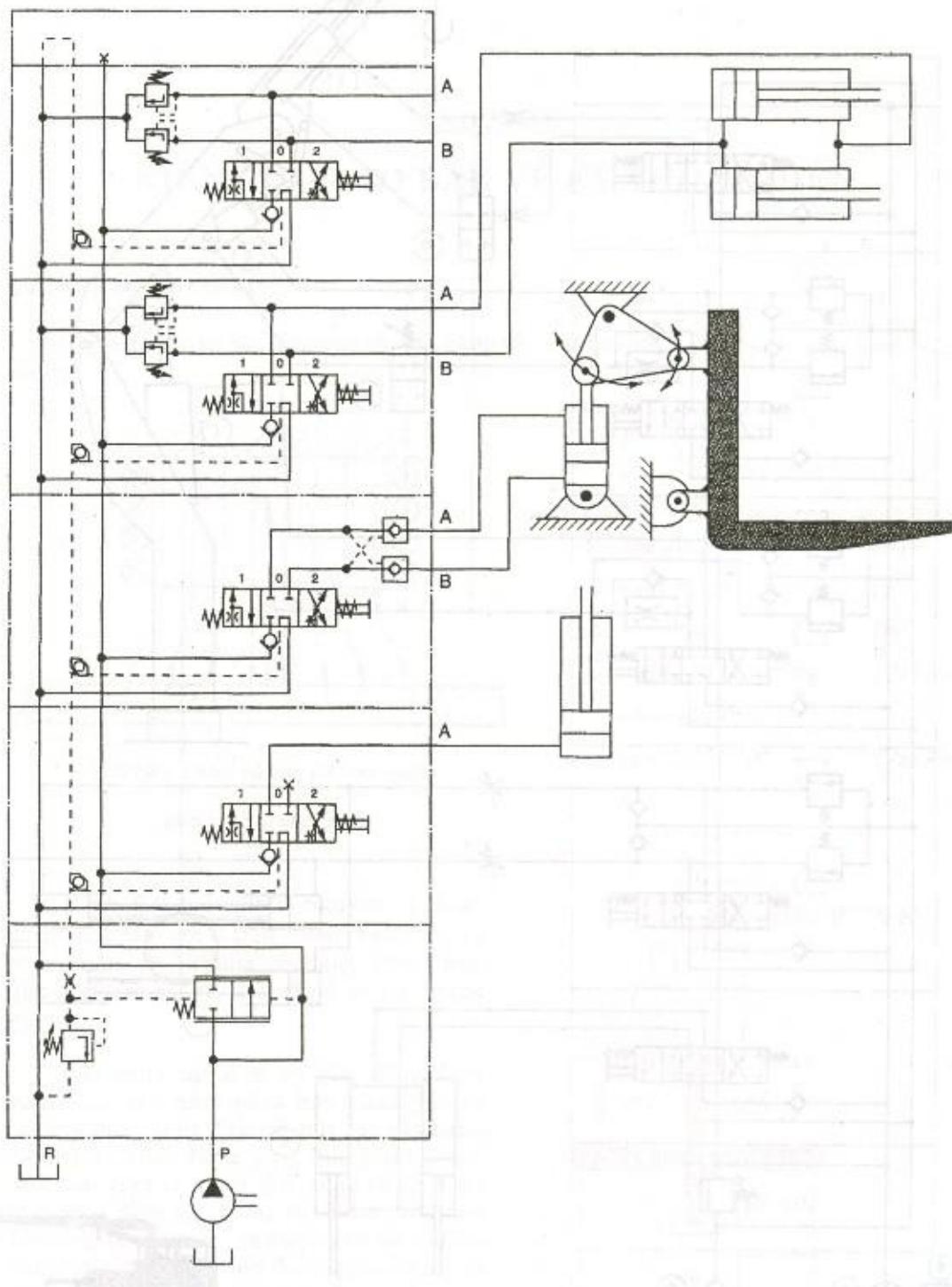
2.6 Van tiết lưu 2 chiều; 2.0 Xilanh B.

7. Máy xúc (để tham khảo)

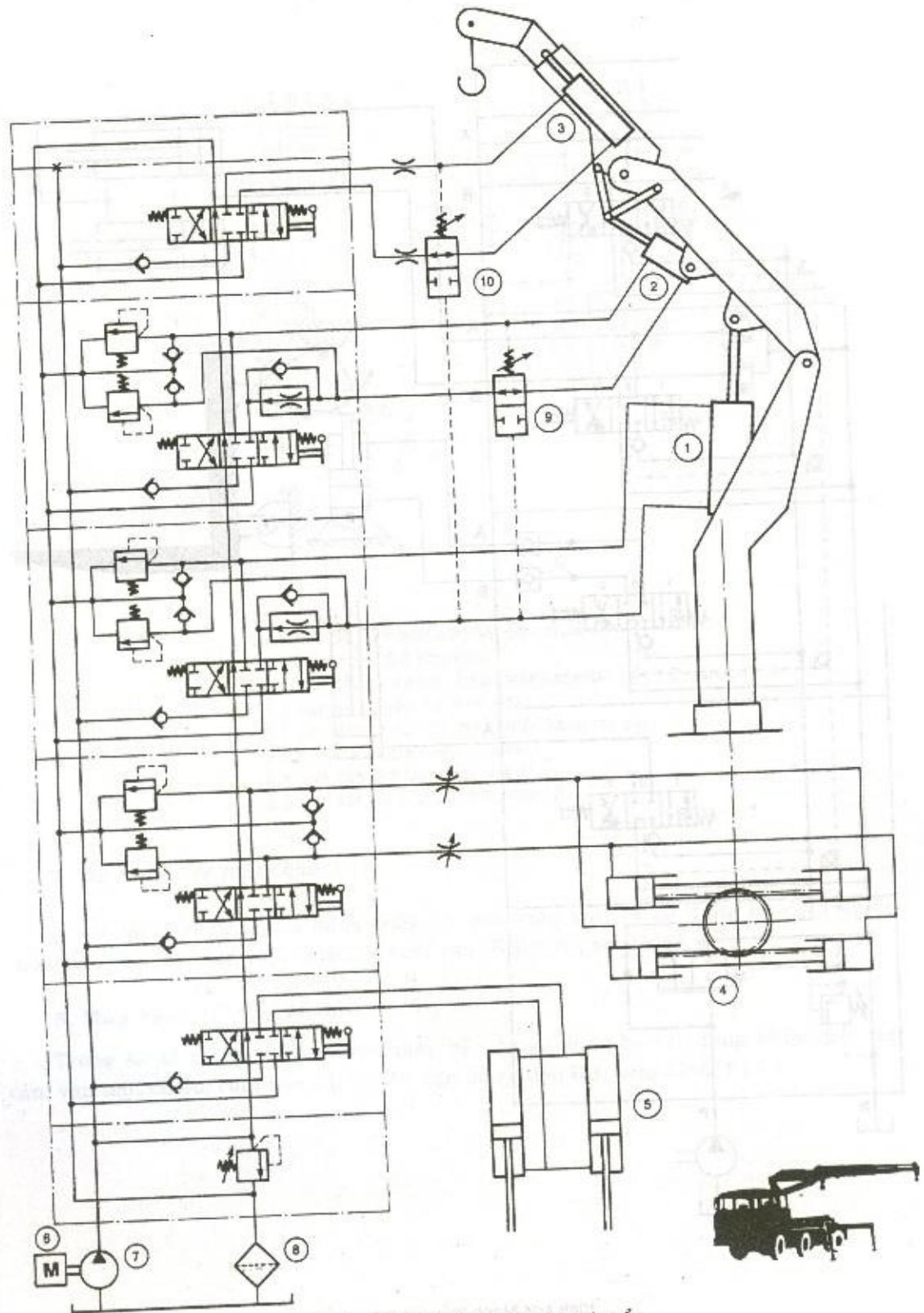
Trong mạch điều khiển bằng thủy lực của máy xúc, ta sử dụng bộ điều khiển khóa lắn, van cản, van một chiều và cụm van (BLOCK), xem *hình 4-16*.

8. Máy cẩu (để tham khảo)

Trong sơ đồ mạch thủy lực của máy cẩu, ta sử dụng bộ tác động khóa lắn, van cản, van một chiều, cụm van (BLOCK), van đảo chiều 6/3, xem *hình 4-17*.



Hình 4-16 Mạch thủy lực máy xúc



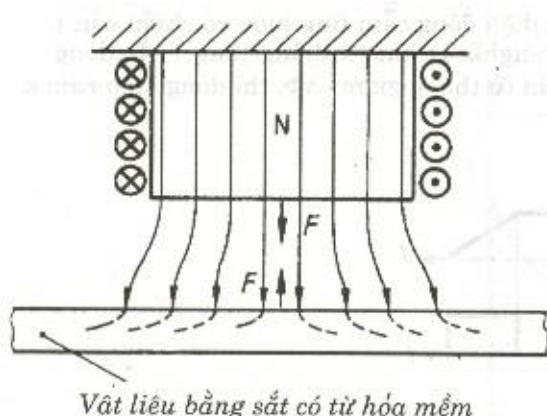
Hình 4-17 Mạch thủy lực máy cẩu

CHƯƠNG 5

KIẾN THỨC CƠ BẢN VỀ KỸ THUẬT ĐIỆN

I. LỰC HÚT ĐIỆN TỪ

Lực hút điện từ tác động vào chi tiết bằng sắt (vật liệu có từ hóa mềm), xem hình 5-1, có giá trị:



Hình 5.1 Lực hút điện từ

Hình 5-2 biểu diễn nguyên lý hoạt động của role với 3 tiếp điểm. Tại vị trí 0, cả 2 cuộn dây không có dòng điện chạy qua. Lực lò xo giữ lõi sắt ở vị trí trung gian.

Khi công tắc ở vị trí (1), dòng điện vào cuộn dây nằm phía bên phải, lực từ trường của cuộn dây đó hút lõi sắt sang bên phải, tiếp điểm phía bên phải đóng, đèn báo hiệu L_2 sáng. Khi công tắc ở vị trí (2), dòng điện vào cuộn dây nằm phía bên trái, lực từ trường của cuộn dây đó hút lõi sắt sang bên trái, tiếp điểm phía bên trái đóng, đèn báo hiệu L_1 sáng.

$$F = \frac{B^2 \cdot A}{2 \cdot \mu_0}$$

Trong đó:

F - lực tác động [N]

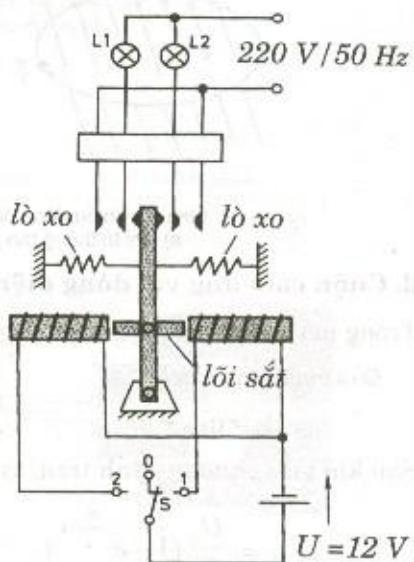
B - mật độ từ thông [T]

A - diện tích [m^2]

μ_0 - hằng số từ trường [Vs/Am]

và có giá trị:

$$\mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-6} [Vs/Am]$$



Hình 5.2 Nguyên lý hoạt động của role với 3 tiếp điểm

II. CẢM ỨNG ĐIỆN TỬ

Khi từ thông Φ thay đổi theo thời gian t , thì trong cuộn dây cảm ứng sẽ xuất hiện một hiệu điện thế cảm ứng và có giá trị:

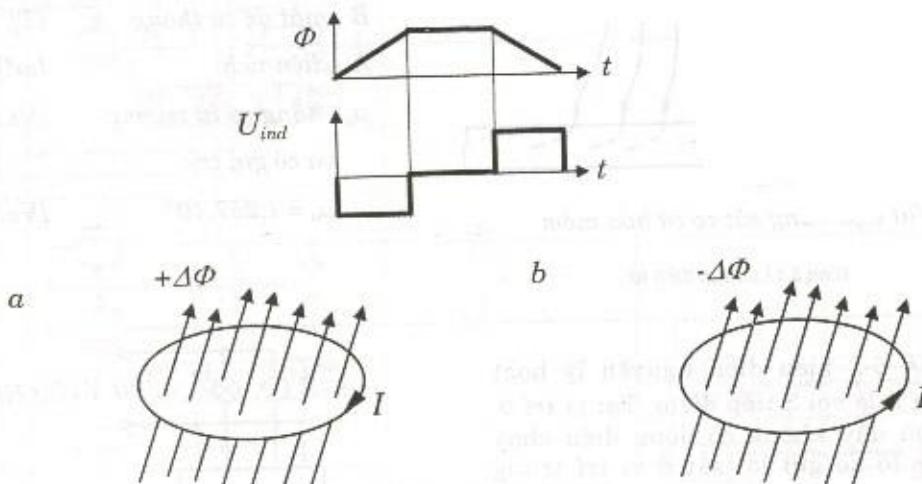
$$U_{ind} = N \cdot \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

Trong đó:

U_{ind}	- hiệu điện thế cảm ứng	[V]
N	- số vòng cuộn dây cảm ứng	[vòng]
$\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$	- thay đổi từ thông theo thời gian	[Wb/s]

1. Định luật Lenz

Dòng điện cảm ứng được tạo ra bởi sức điện động cảm ứng luôn có chiều cản trở sự thay đổi của từ thông sinh ra nó. Điều đó có nghĩa là khi từ thông tăng $+\Delta\Phi$, dòng điện cảm ứng có chiều biểu diễn ở *hình 5.3 a* và khi từ thông giảm $-\Delta\Phi$, thì dòng điện cảm ứng có chiều biểu diễn ở *hình 5.3 b*.



Hình 5.3 Chiều dòng điện cảm ứng trong dây dẫn khép kín
a) Khi từ thông tăng $+\Delta\Phi$; b) Khi từ thông giảm $-\Delta\Phi$.

2. Cuộn cảm ứng với dòng điện một chiều (*hình 5-4*)

Trong mạch điện có cuộn cảm ứng, quá trình chuyển mạch có 3 giai đoạn:

- Quá trình dòng mạch:

$$U_0 = u_{RV} + u_L$$

Sau khi giải phương trình trên, ta có:

$$i_L = \frac{U_0}{R_v} \left(1 - e^{-\frac{R_v}{L}t}\right),$$

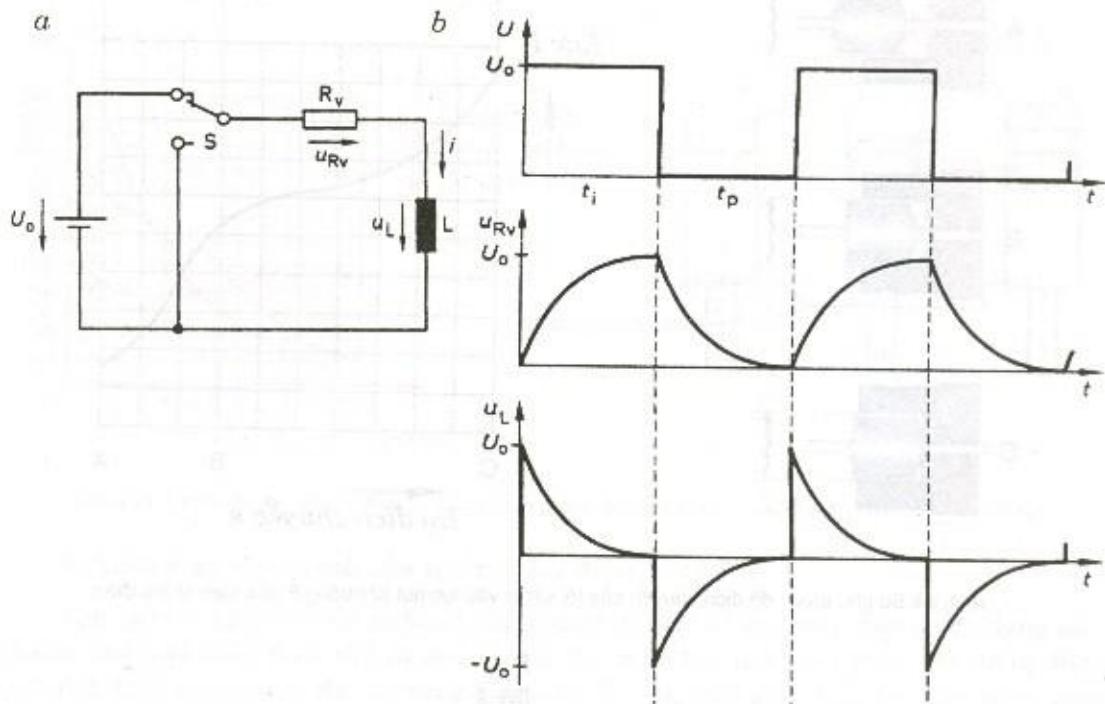
$$u_L = U_0 \cdot e^{-\frac{1}{T}}$$

Trong đó:

$$\text{hằng số thời gian: } T = L/R_v,$$

- Quá trình ổn định: Năng lượng điện chuyển đổi thành như năng lượng từ trường $W_m = L \cdot i^2 / 2$, dòng điện chạy qua cuộn dây cảm ứng.

- Quá trình ngắn: Xuất hiện dòng điện cảm ứng có khuynh hướng ngăn chặn sự mất đi của từ trường. Với dòng điện này năng lượng từ trường chuyển đổi thành năng lượng điện. Hiệu điện thế $u_L = -u_{Rv}$.

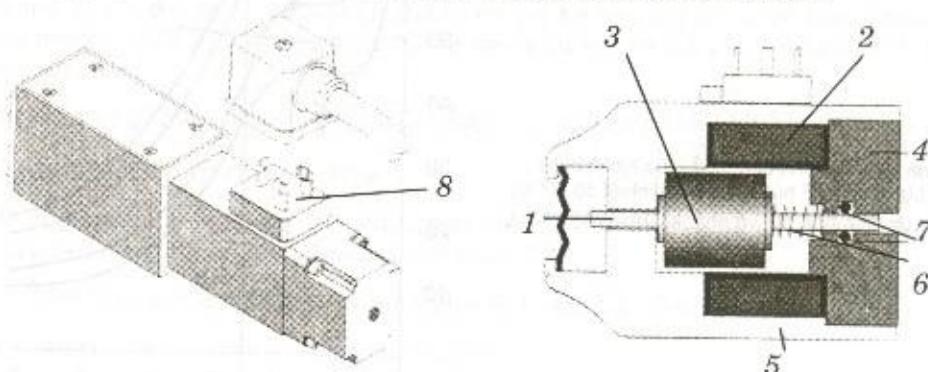


Hình 5.4 Cuộn cảm ứng với dòng điện một chiều
a) Sơ đồ quá trình chuyển mạch của cuộn cảm ứng;
b) Đồ thị biểu diễn quá trình chuyển mạch.

III. NAM CHÂM ĐIỆN TỪ

1. Cấu tạo

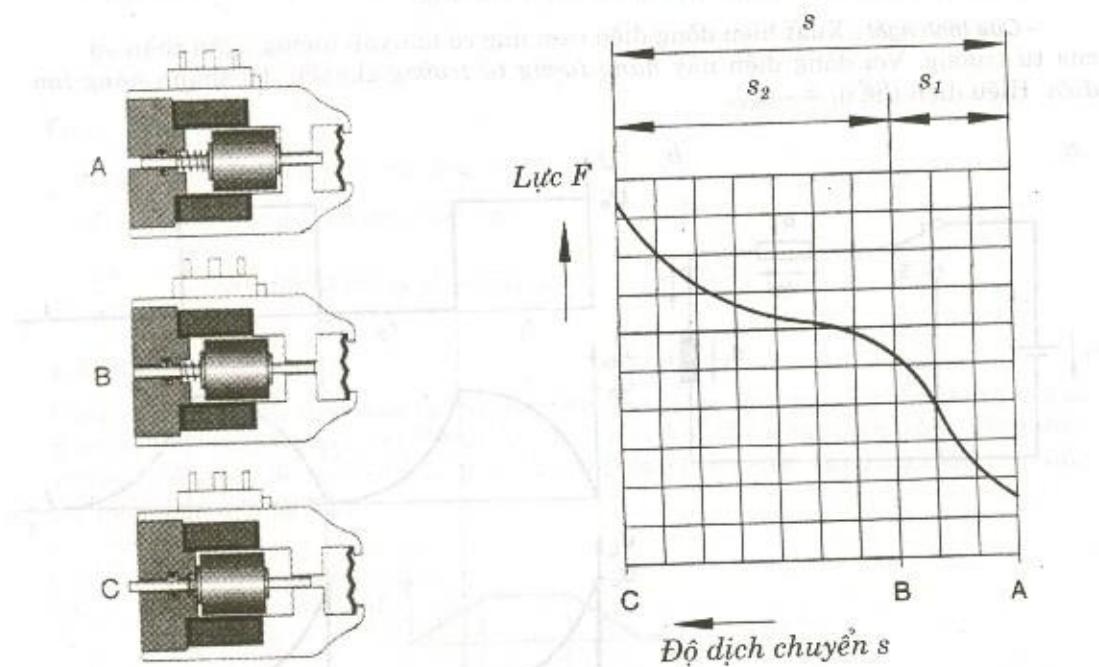
Các bộ phận chính của nam châm điện từ được biểu diễn ở hình 5.5.



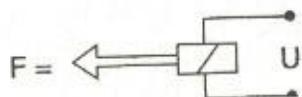
Hình 5.5 Cấu tạo nam châm điện từ
1. Nòng van; 2. Cuộn dây; 3. Lõi sắt; 4. Tấm chắn;
5. Vỏ; 6. Lò xo; 7. Vòng chắn; 8. Lắp trong van đảo chiều.

2. Sự phụ thuộc lực hút điện từ vào vị trí lõi sắt

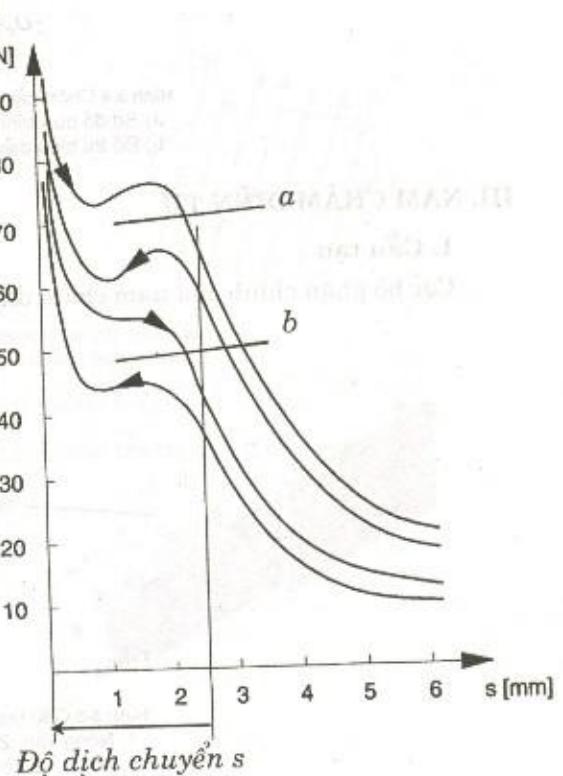
Sự phụ thuộc độ dịch chuyển của lõi sắt s vào lực hút từ trường F của nam châm điện được biểu diễn trên hình 5-6.



Hình 5-6 Sự phụ thuộc độ dịch chuyển của lõi sắt s vào lực hút từ trường F của nam châm điện



Hình 5-7 Quá trình chậm trễ của lực điện từ.
a) Lực điện từ F hút và nhả, khi nhiệt độ 20°C ;
b) Lực điện từ F hút và nhả, khi nhiệt độ 117°C

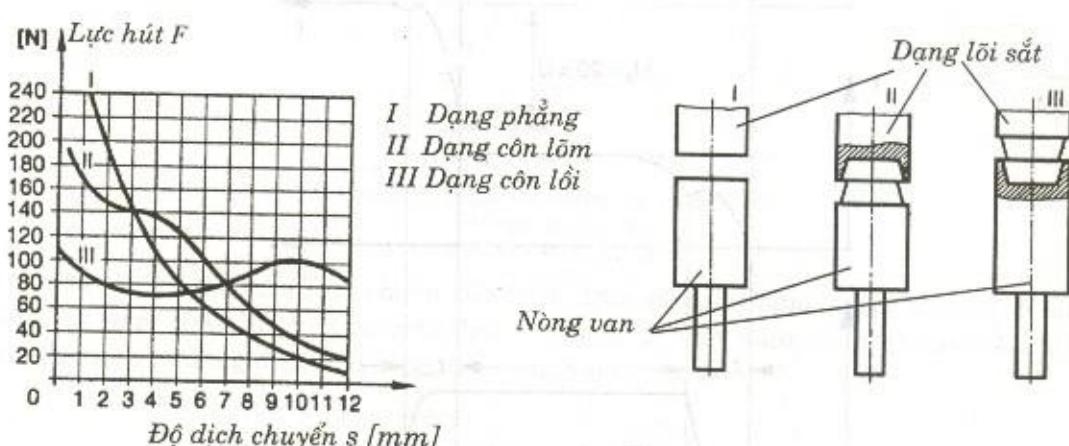


3. Quá trình chạm trễ của nam châm điện

Quá trình chạm trễ của nam châm điện là khi đóng và ngắt dòng điện vào cuộn dây, thì lực hút điện từ F biến thiên theo đồ thị ở *hình 5-7*.

4. Sự phụ thuộc lực hút điện từ F vào dạng lõi sắt

Sự phụ thuộc lực hút điện từ F vào các dạng lõi sắt được biểu diễn ở *hình 5-8*.



Hình 5.8 Sự phụ thuộc lực hút điện từ F của nam châm điện với những hình dạng khác nhau của lõi sắt

5. Thời gian đóng, mở của nam châm điện (*hình 5-9*)

Sau khi có điện thì role bị tác động, hiệu điện thế U đưa vào (dương) có dạng bậc thang. Biểu đồ hiệu điện thế di lên nhưng sau một khoảng thời gian, thì dòng điện mới đạt được giá trị cực đại và cũng sau một khoảng thời gian $t_{đóng}$ thì con trượt mới di chuyển.

Khi ngắt dòng điện thì role mất điện, hiệu điện thế về giá trị 0 và sang giá trị âm (do hiện tượng tự cảm xuất hiện trong cuộn dây) sau một khoảng $t_{mở}$ mới trở về giá trị 0. Dòng điện I sau khi ngắt điện thì lập tức về 0 còn con trượt thì sau một khoảng thời gian $t_{mở}$ mới dừng lại. Hiệu điện thế sau khi ngắt thì đi xuống giá trị âm với giá trị là $U_s = 20 \times U$.

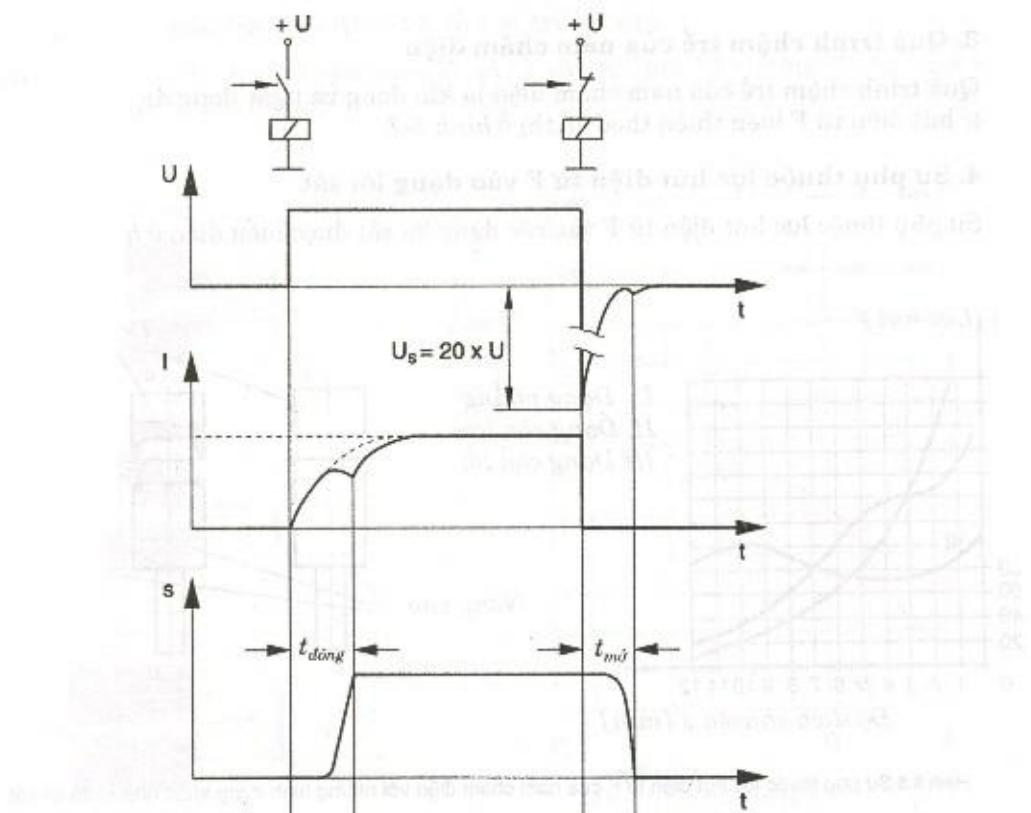
Trong quá trình ngắt, hiệu điện thế u_L có giá trị lớn. Như vậy sẽ làm cho các phần tử trong mạch có thể bị hỏng do hiện tượng gọi là sự tạo ra tia lửa, ví dụ ở vị trí tiếp xúc của công tắc.

Để khắc phục hiện tượng này, một số biện pháp được trình bày ở mục 6.

6. Biện pháp dập tia lửa điện

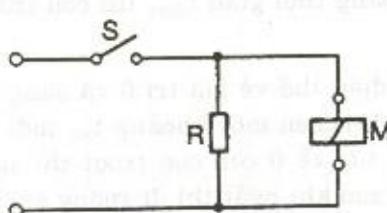
Để khắc phục hiện tượng tự cảm gây ra trong cuộn dây trong quá trình ngắt mạch, người ta sử dụng các biện pháp biểu diễn ở *hình 5.10*.

- Mắc điện trở song song với cuộn cảm ứng, *hình 5.10 a*.
- Mắc thêm diode vào mạch, *hình 5.10 b*.
- Mắc điện trở điều chỉnh được song song với cuộn cảm ứng, *hình 5.10 c*.
- Mắc thêm tụ điện vào mạch, *hình 5.10 d*.

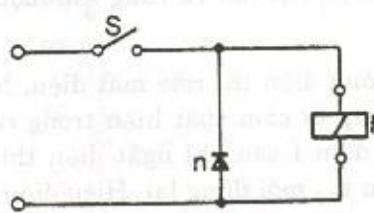


Hình 5.9 Quá trình đóng, mở của nam châm điện

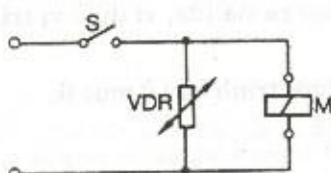
a



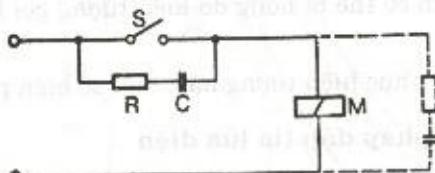
b



c



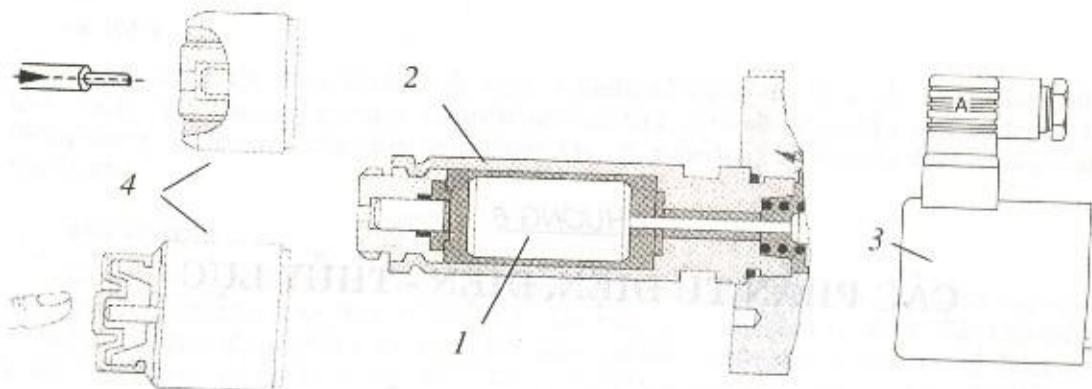
d



Hình 5.10 Biện pháp để giảm hiệu điện thế quá tải do hiện tượng tự cảm gây ra trong quá trình ngắt mạch

7. Các loại kết cấu lắp (hình 5-11)

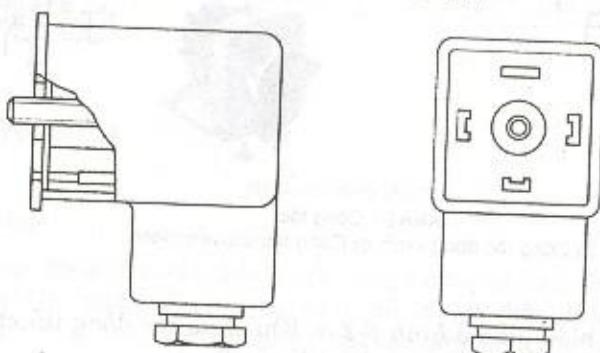
Lõi sắt (1) chuyển động đặt nằm trong ống (2) được gắn chặt trong van và kín. Cuộn dây nam châm điện (3) được lắp vào ống (2) và vặn chặt bằng vít (4).



Hình 5-11 Các loại kết cấu lắp nam châm điện

1. Lõi sắt;
2. Ống lắp;
3. Cuộn dây;
4. Vít vặn.

Dây nối điện theo tiêu chuẩn của DIN- ISO 4400 là: nam châm điện A có màu xám và nam châm điện B có màu đen. Trong cụm nam châm điện có gắn đèn hiển thị báo nếu có dòng điện vào cuộn dây, xem hình 5-12.

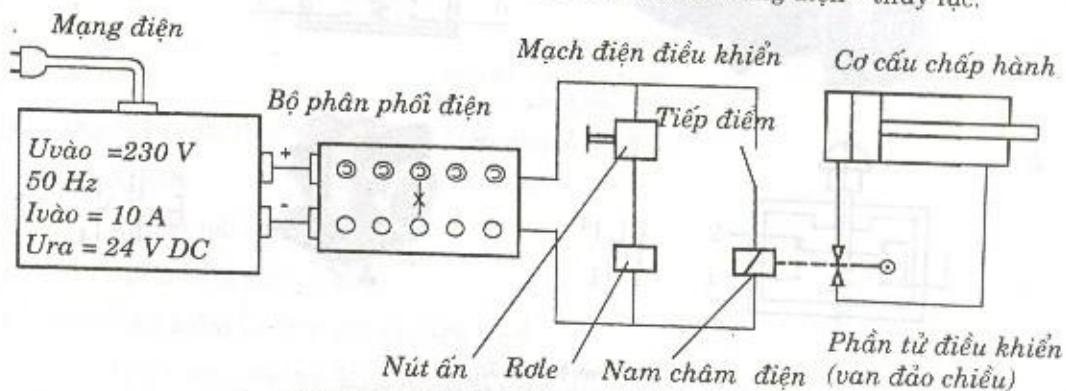


Hình 5-12 Cụm nam châm điện

IV. HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN ĐIỆN - THỦY LỰC

5.13. Dòng điện điều khiển thông thường là dòng điện một chiều 24 V.

Phản tiếp theo sẽ trình bày cách tạo và nguyên lý hoạt động của các phần tử điện - thủy lực. Từ đó làm cơ sở cho thiết kế các mạch điều khiển bằng điện - thủy lực.



Hình 5.13 Hệ thống tổng quát điều khiển điện - thủy lực

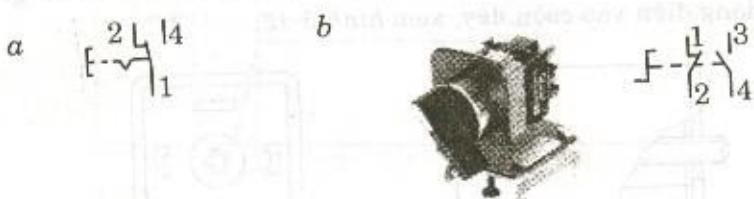
CHƯƠNG 6

CÁC PHẦN TỬ ĐIỆN, ĐIỆN - THỦY LỰC

I. CÁC PHẦN TỬ ĐIỆN

1. Công tắc

Trong kỹ thuật điều khiển, công tắc và nút ấn thuộc các phần tử đưa tín hiệu. Hình 6-1 biểu diễn một số loại công tắc thông dụng. Có 2 loại công tắc: *công tắc đóng - mở* (on-off switch) và *công tắc chuyển mạch*.

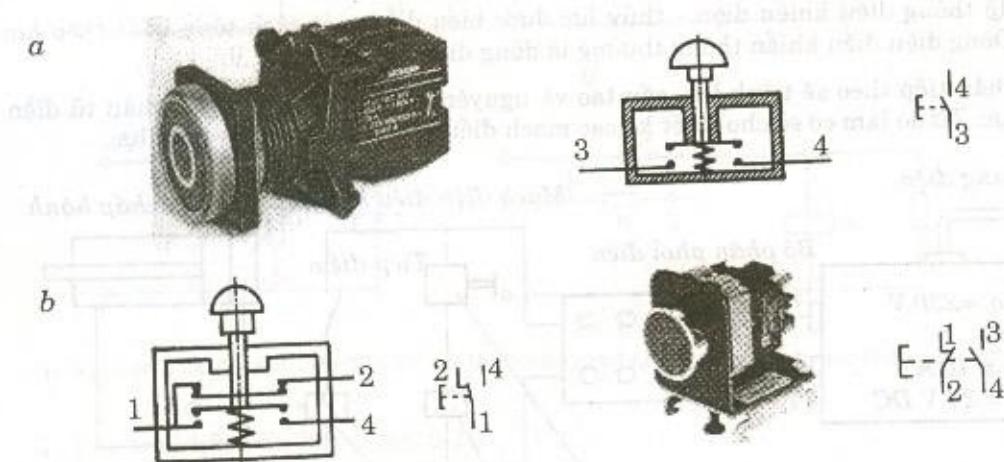


Hình 6.1 Công tắc
a) Công tắc đóng - mở; b) Công tắc chuyển mạch.

2. Nút ấn

Nút ấn đóng - mở biểu diễn ở hình 6-2 a. Khi chưa tác động thì chưa có dòng điện chạy qua, mạch hở; khi có tác động, dòng điện đi qua 3 - 4.

Nút ấn chuyển mạch được biểu diễn và ký hiệu trình bày ở hình 6-2 b.



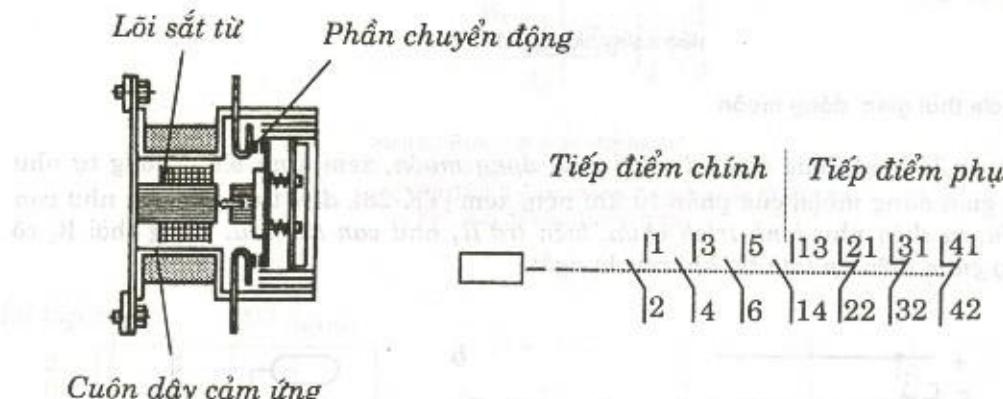
Hình 6.2 Nút ấn
a) Nút ấn đóng - mở; b) Nút ấn chuyển mạch.

3. Rôle

Trong kỹ thuật điều khiển, rôle như là *phản tử xử lý tín hiệu*. Có nhiều loại rôle khác nhau, tùy theo công dụng. Phần trình bày tiếp theo sẽ giới thiệu một số loại rôle thông dụng, ví dụ như rôle công suất (công tắc tơ), rôle đóng - mở, rôle điều khiển, rôle thời gian.

a) Công tắc tơ

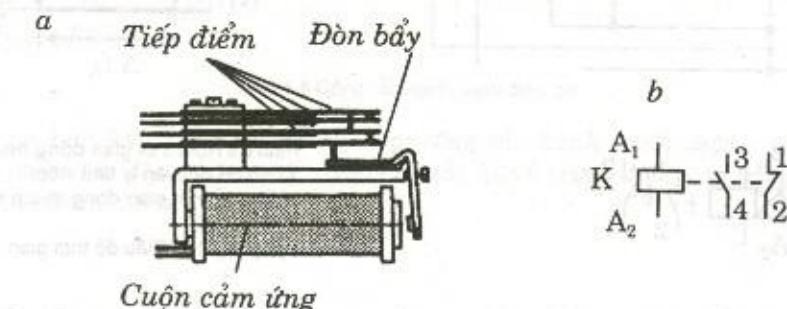
Nguyên lý hoạt động của công tắc tơ được biểu diễn ở *hình 6-3*. Khi dòng điện vào cuộn dây cảm ứng, xuất hiện lực điện từ sét hút lõi sắt, trên đó có lắp các tiếp điểm. Các tiếp điểm có thể là các *tiếp điểm chính* để đóng, mở mạch chính và các *tiếp điểm phụ* để đóng mở mạch điều khiển. Công tắc tơ ứng dụng cho mạch điện có công suất lớn từ 1 kW - 500 kW.



Hình 6.3 Công tắc tơ

b) Rôle điều khiển

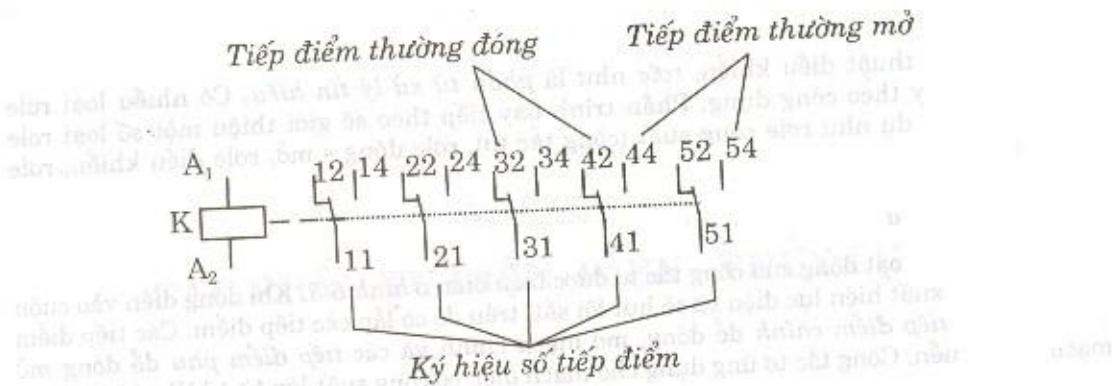
Nguyên lý hoạt động của rôle điều khiển cũng tương tự như công tắc tơ (xem biểu diễn và ký hiệu ở *hình 6.4*); khác với công tắc tơ ở chỗ là rôle điều khiển đóng, mở cho những mạch có công suất nhỏ và thời gian đóng, mở của các tiếp điểm rất nhỏ (1 ms đến 10 ms).



Hình 6.4 Rôle điều khiển
a) Nguyên lý hoạt động; b) Ký hiệu.

Ký hiệu rôle theo DIN 40 713 biểu diễn ở *hình 6-5*.

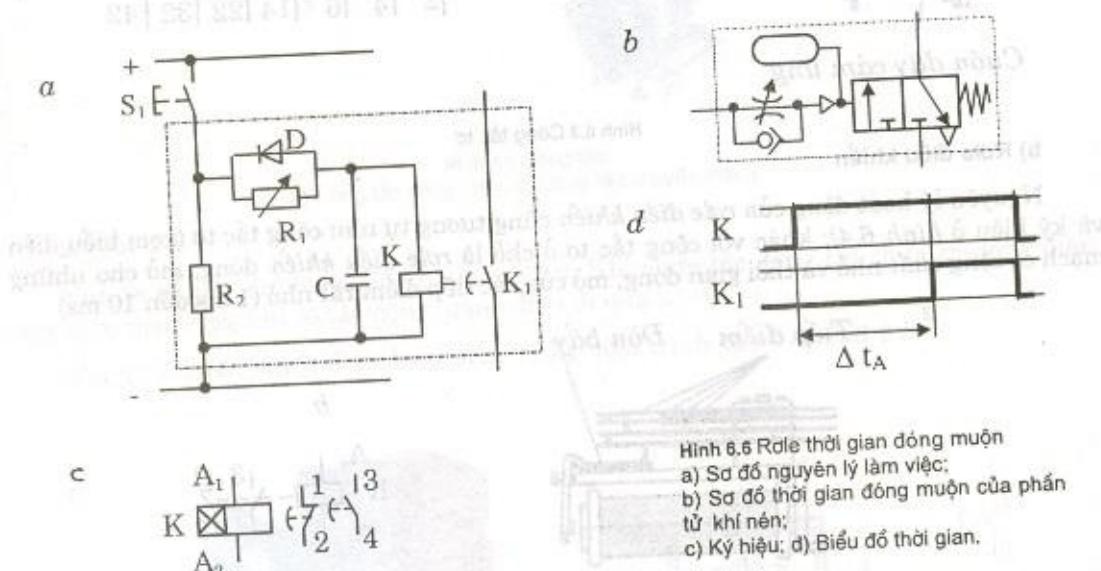
- K Rôle
- A₁ Cửa nối với cực dương +
- A₂ Cửa nối với cực âm -
- Tiếp điểm thường mở ký hiệu 3 - 4
- Tiếp điểm thường đóng ký hiệu 1 - 2



Hình 6.5 Ký hiệu role điều khiển

c) Role thời gian đóng muộn

Nguyên lý hoạt động của role thời gian đóng muộn, xem hình 6.6. Tương tự như role thời gian đóng muộn của phần tử khí nén, xem [TK-28], diốt tương đương như van một chiều, tụ điện như bình trích chứa, biến trở R_1 , như van tiết lưu. Đồng thời R_2 có nhiệm vụ giảm điện áp trên tụ, khi role bị ngắt.



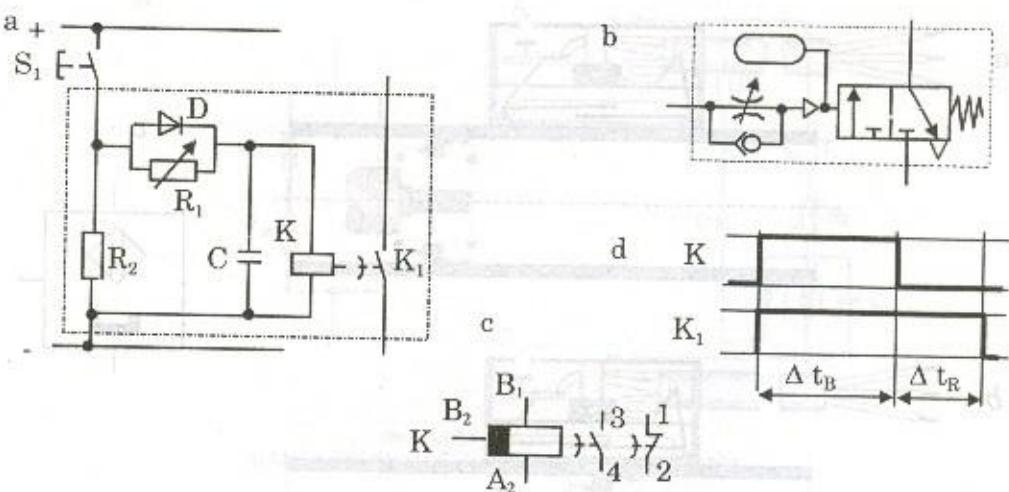
Hình 6.6 Role thời gian đóng muộn
a) Sơ đồ nguyên lý làm việc;
b) Sơ đồ thời gian đóng muộn của phần tử khí nén;
c) Ký hiệu; d) Biểu đồ thời gian.

d) Role thời gian nhả muộn

Nguyên lý hoạt động của role thời gian nhả muộn, xem hình 6.7. Tương tự như role thời gian nhả muộn của phần tử khí nén, xem [TK-28], diốt tương đương như van một chiều, tụ điện như bình trích chứa, biến trở R_1 , như van tiết lưu. Đồng thời R_2 có nhiệm vụ giảm điện áp trong quá trình tụ phóng điện khi ngắt điện của role.

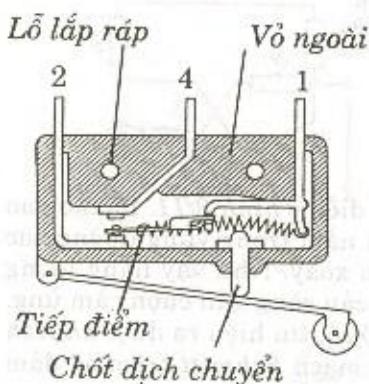
4. Công tắc hành trình điện - cơ

Nguyên lý hoạt động của công tắc hành trình điện - cơ được biểu diễn ở hình 6.8: khi con lăn chạm cùm hành trình, thì tiếp điểm (1) nối với (4).



Hình 6.7 Rеле thời gian nhả muộn

- a) Sơ đồ nguyên lý làm việc;
- b) Sơ đồ thời gian nhả muộn của phần tử khí nén;
- c) Ký hiệu;
- d) Biểu đồ thời gian.



Hình 6.8 Công tắc hành trình điện cơ

Cần phân biệt ký hiệu các trường hợp: *công tắc hành trình điện - cơ* trong mạch đóng, khi chưa có tác động hình 6-9 a và *công tắc hành trình điện - cơ* trong mạch đóng, khi có tác động hình 6-9 b.

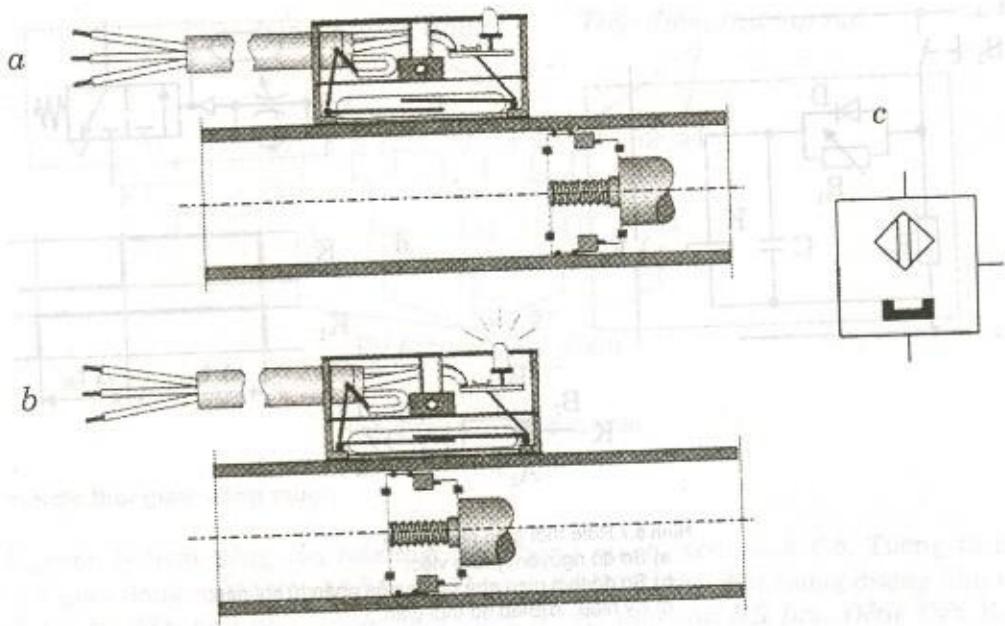


Hình 6.9 Công tắc hành trình điện cơ

- a) Trạng thái đóng khi không có tác động;
- b) Trạng thái đóng khi có tác động.

5. Công tắc hành trình nam châm

Công tắc hành trình nam châm thuộc loại công tắc hành trình *không tiếp xúc*. Nguyên lý hoạt động và kí hiệu được biểu diễn **hình 6.10**.

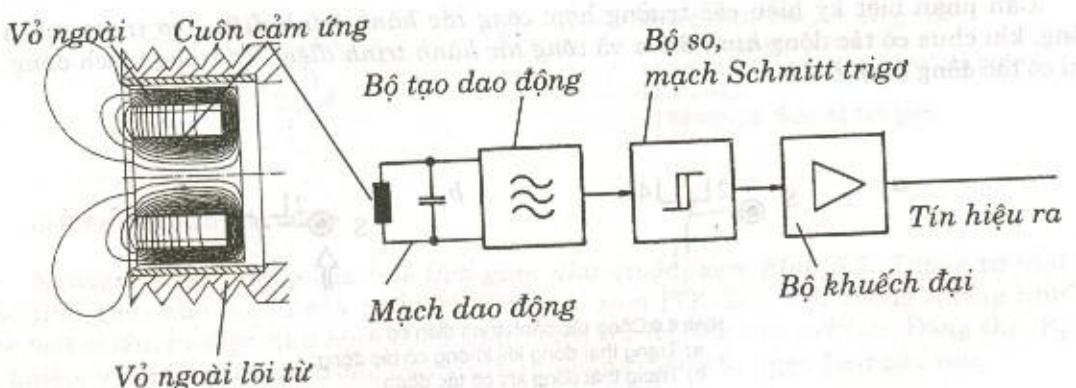


Hình 6.10 Cảm biến hành trình nam châm
a) Vị trí chưa đóng; b) Vị trí đóng; c) Ký hiệu.

6. Cảm biến

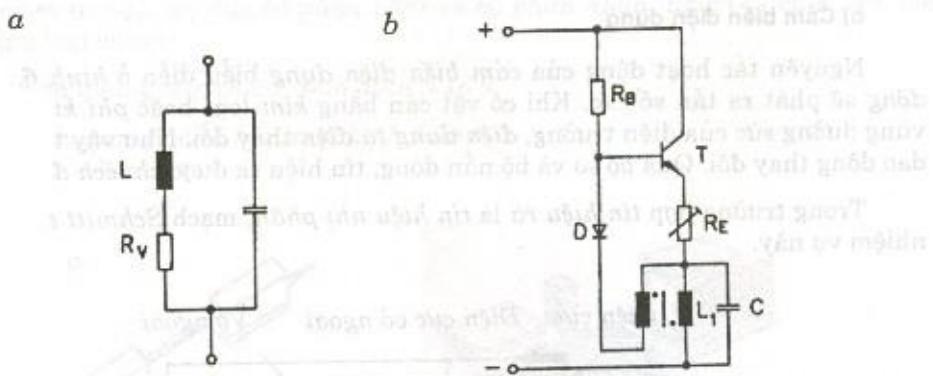
a) Cảm biến cảm ứng từ

Nguyên tắc hoạt động của *cảm biến cảm ứng từ* được hiển thị ở *hình 6.11*. Bộ tạo dao động sẽ phát ra tần số cao. Khi có vật cản bằng kim loại nằm trong vùng đường säh của từ trường, trong kim loại đó sẽ hình thành dòng điện xoáy. Như vậy năng lượng của bộ dao động sẽ giảm, dòng điện xoáy sẽ tăng, khi vật cản càng gần cuộn cảm ứng. Qua bộ so, tín hiệu ra được khuếch đại. Trong trường hợp *tín hiệu ra* là *tín hiệu nhị phân*, mạch Schmitt trigger sẽ đảm nhận nhiệm vụ này.



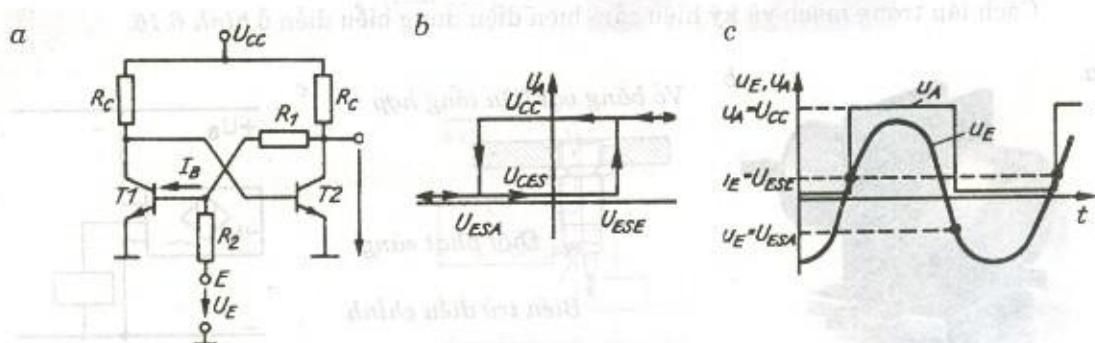
Hình 6.11 Nguyên lý hoạt động của cảm biến cảm ứng từ

Sơ đồ đơn giản của *mạch dao động LC* được hiển thị ở *hình 6.12a*. Nguyên lý của *bộ dao động bằng tranzistor* hiển thị ở *hình 6.12b*.



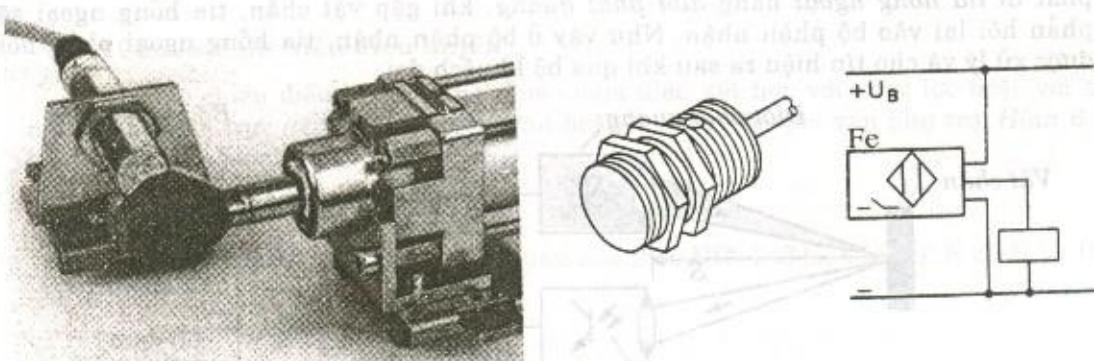
Hình 6.12 Sơ đồ đơn giản
a) Mạch dao động LC; b) Bộ dao động bằng tranzito.

Mạch Schmitt trigger có nhiệm vụ là chuyển tín hiệu có dạng hình sin thành tín hiệu có dạng xung, sơ đồ mạch và nguyên lý được trình bày ở hình 6.13.



Hình 6.13 Nguyên lý hoạt động mạch Schmitt trigger
a) Sơ đồ mạch với tranzisto lưỡng cực T₁, T₂;
b) Đường đặc trưng chuyển tiếp;
c) Ví dụ chuyển đổi hiệu điện thế dạng hình sin thành hiệu điện thế dạng xung.

Cách lắp trong mạch và ký hiệu cảm biến cảm ứng từ biểu diễn ở hình 6.14.

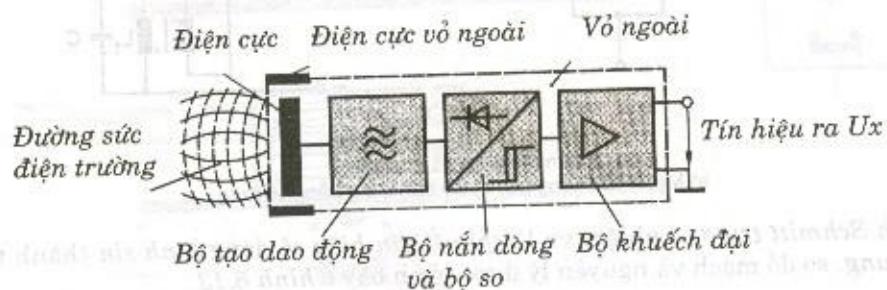


Hình 6.14 Cách lắp và ký hiệu cảm biến cảm ứng từ

b) Cảm biến điện dung

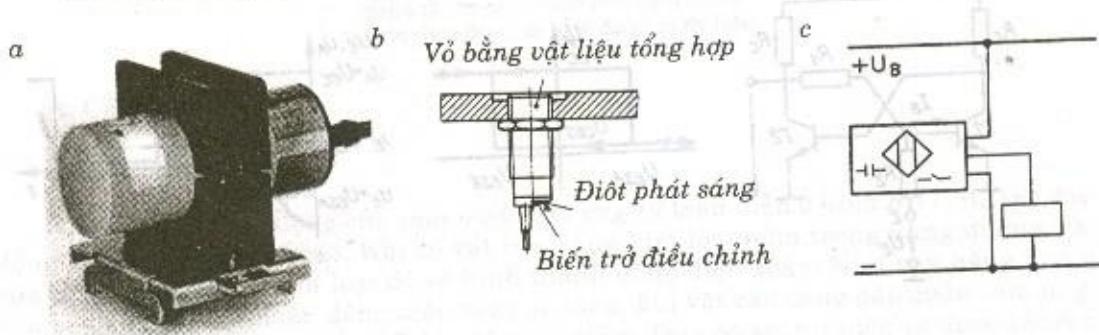
Nguyên tắc hoạt động của cảm biến điện dung biểu diễn ở hình 6.15. Bộ tạo dao động sẽ phát ra tần số cao. Khi có vật cản bằng kim loại hoặc phi kim loại nằm trong vùng đường sức của điện trường, điện dung tự điện thay đổi. Như vậy tần số riêng của bộ dao động thay đổi. Qua bộ so và bộ nắn dòng, tín hiệu ra được khuếch đại.

Trong trường hợp tín hiệu ra là tín hiệu nhị phân, mạch Schmitt trigger sẽ đảm nhận nhiệm vụ này.



Hình 6.15 Nguyên lý hoạt động của cảm biến điện dung

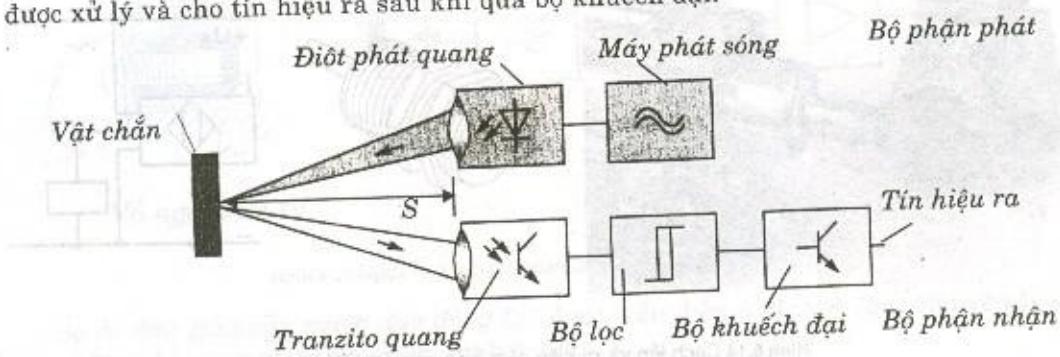
Cách lắp trong mạch và ký hiệu cảm biến điện dung biểu diễn ở hình 6.16.



Hình 6.16 Cảm biến điện dung
a) Hình dáng ; b) Cấu tạo; c) Ký hiệu và cách lắp.

c) Cảm biến quang

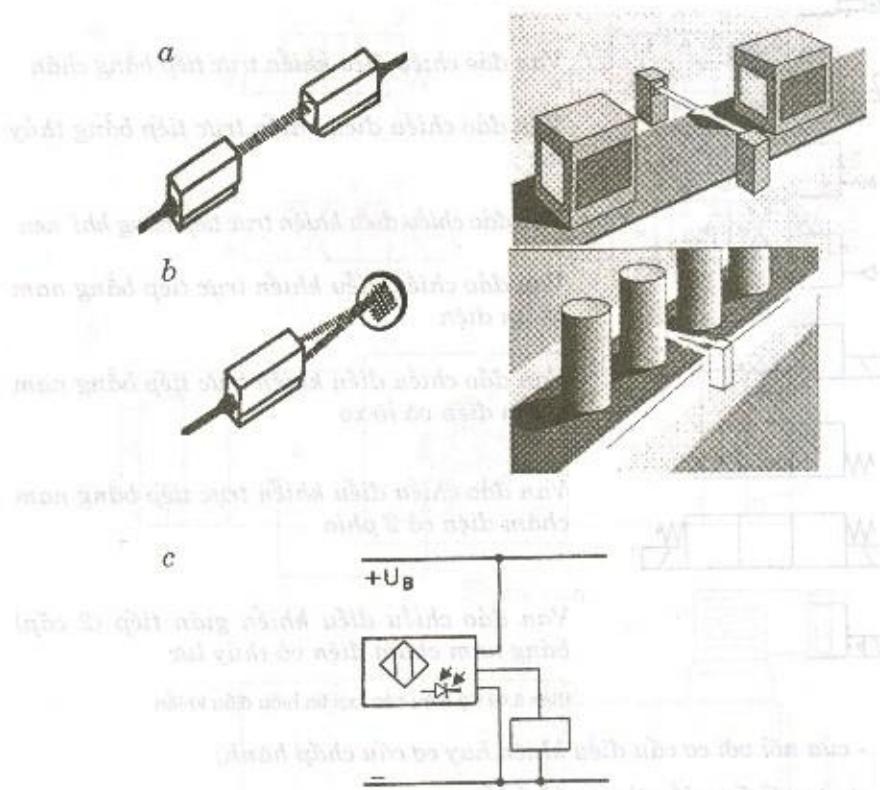
Cấu tạo cảm biến quang gồm 2 bộ phận: bộ phận phát và bộ phận nhận (thu). Nguyên tắc hoạt động của cảm biến quang biểu diễn ở hình 6.17. Bộ phận phát sẽ phát đi tia hồng ngoại bằng diốt phát quang, khi gặp vật chắn, tia hồng ngoại sẽ phản hồi lại vào bộ phận nhận. Như vậy ở bộ phận nhận, tia hồng ngoại phản hồi được xử lý và cho tín hiệu ra sau khi qua bộ khuếch đại.



Hình 6.17 Cảm biến quang

Tùy theo vị trí sắp xếp của bộ phận phát và bộ phận nhận, người ta chia cảm biến quang thành 2 loại chính:

- Cảm biến quang một chiều, xem hình 6.18 a.
- Cảm biến quang phản hồi, xem hình 6.18 b.



Hình 6.18 Cảm biến quang

- a) Cảm biến quang một chiều;
- b) Cảm biến quang phản hồi;
- c) Ký hiệu và cách lắp trong mạch.

II. VAN ĐẢO CHIỀU ĐIỀU KHIỂN BẰNG NAM CHÂM ĐIỆN

1. Các loại tín hiệu điều khiển

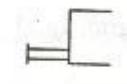
Van đảo chiều điều khiển bằng nam châm điện kết hợp với thủy lực hoặc với khí nén điều khiển *trực tiếp* ở 2 đầu nòng van hoặc là *gián tiếp* qua van phụ trợ. *Hình 6.19* biểu diễn một số loại và ký hiệu.

2. Ký hiệu van đảo chiều

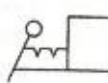
Ký hiệu van đảo chiều được tiêu chuẩn hóa theo DIN 24340, CETOP R 35 H và ISO 4401:

Trong đó: P - cửa nối bơm;

T - cửa nối ống xả về bể dầu;



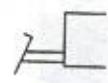
Van đảo chiều điều khiển trực tiếp bằng tay



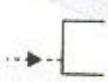
Van đảo chiều điều khiển trực tiếp bằng tay gạt có định vị



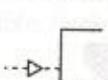
Van đảo chiều điều khiển trực tiếp bằng cữ hành trình



Van đảo chiều điều khiển trực tiếp bằng chân



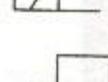
Van đảo chiều điều khiển trực tiếp bằng thủy lực



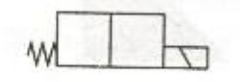
Van đảo chiều điều khiển trực tiếp bằng khí nén



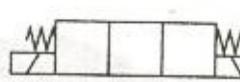
Van đảo chiều điều khiển trực tiếp bằng nam châm điện



Van đảo chiều điều khiển trực tiếp bằng nam châm điện và lò xo



Van đảo chiều điều khiển trực tiếp bằng nam châm điện cả 2 phía



Van đảo chiều điều khiển gián tiếp (2 cấp) bằng nam châm điện và thủy lực

Hình 6.19 Ký hiệu các loại tín hiệu điều khiển

A, B - cửa nối với cơ cấu điều khiển hay cơ cấu chấp hành;

L - cửa nối ống dầu thừa về bể dầu;

a, b - tín hiệu điều khiển bằng nam châm điện.

Các cửa P, T, A, B của van thường nối với tấm đế van, xem hình 6.20.

3. Tổn thất áp suất qua van đảo chiều

Tổn thất áp suất qua van đảo chiều (hình 6.21), được tính theo công thức Torricelli như sau:

$$q_v = \alpha \cdot A_1 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho_1}} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

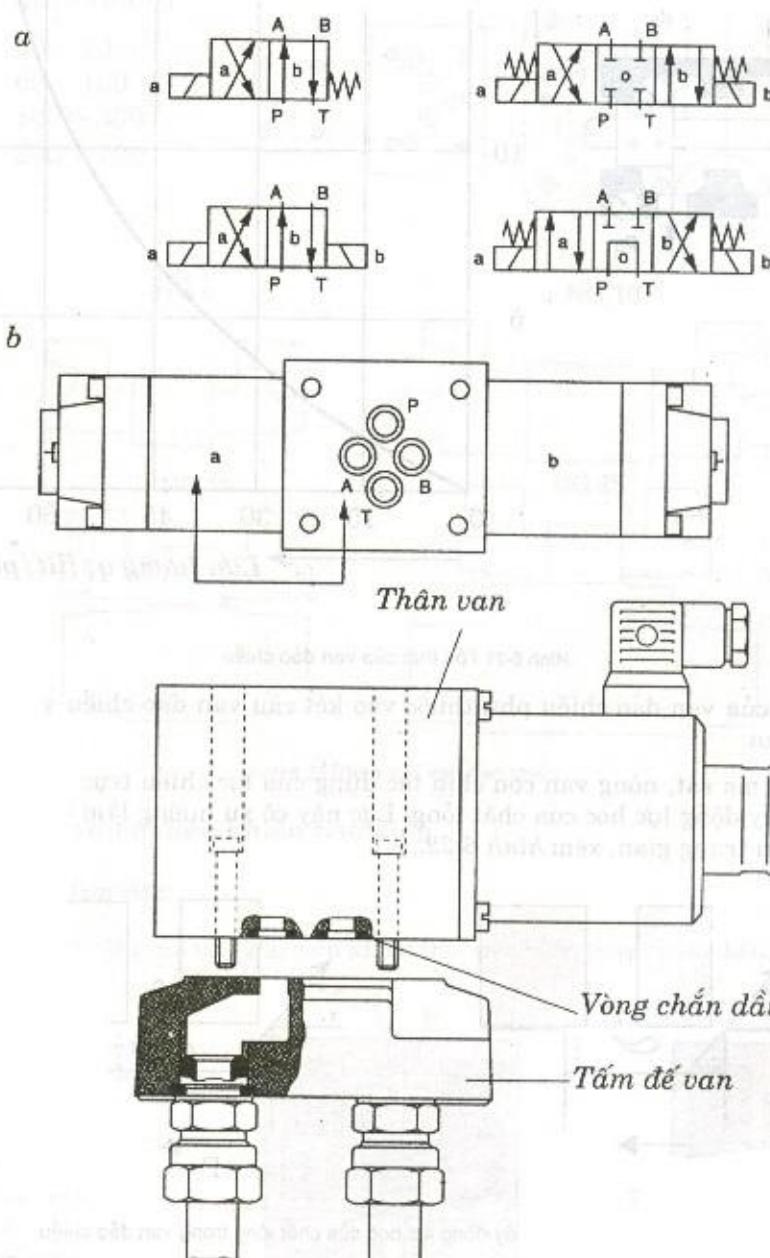
Trong đó:

α - hệ số lưu lượng.

$$A_1 - \text{diện tích mặt cắt của khe hở: } A_1 = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad [\text{m}^2]$$

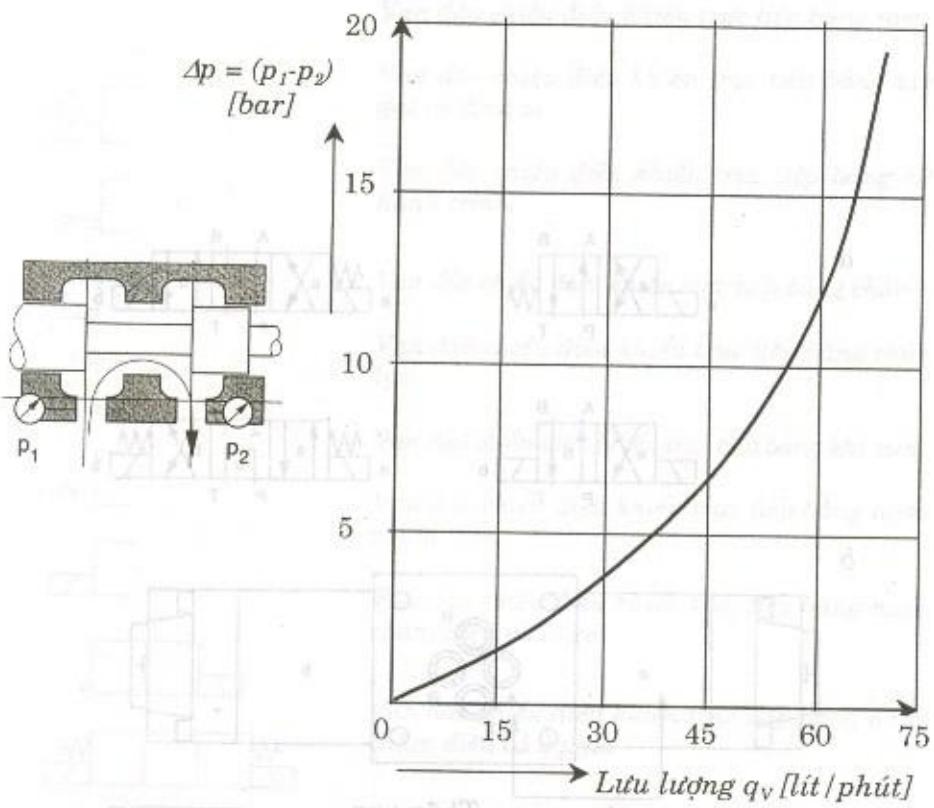
$$\Delta p = (p_1 - p_2) - \text{áp suất vào và ra của van} \quad [\text{N/m}^2]$$

$$\rho_1 - \text{khối lượng riêng của dầu} \quad [\text{kg/m}^3]$$



Hình 6-20 Van đảo chiều.

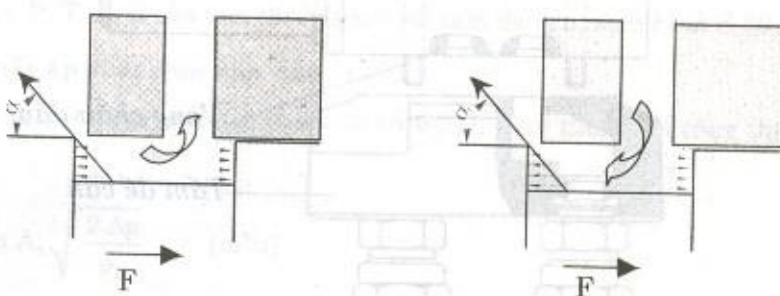
- a) Ký hiệu van đảo chiều;
 b) Van đảo chiều nối với tấm đế van.



Hình 6-21 Tổn thất của van đảo chiều.

Tổn thất của van đảo chiều phụ thuộc vào kết cấu van đảo chiều và dạng пропин của gờ nòng van.

Ngoài lực ma sát, nòng van còn chịu tác dụng của lực chiều trực do ảnh hưởng của hiện tượng thủy động lực học của chất lỏng. Lực này có xu hướng làm cho nòng van dịch chuyển về vị trí trung gian, xem hình 6-22.

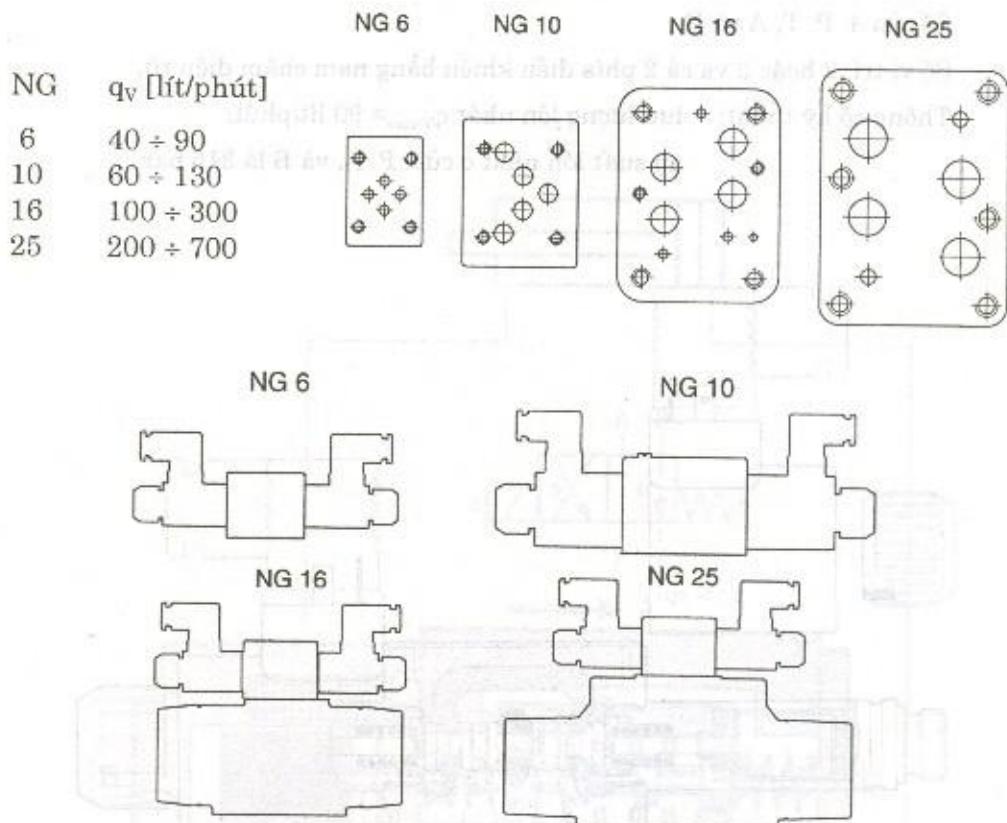


Hình 6-22 Ảnh hưởng lực thủy động lực học của chất lỏng trong van đảo chiều

4. Phân loại (hình 6-23)

Để điều khiển độ dịch chuyển nòng van bằng lực nam châm điện từ, lực này cần thiết phải thắng lực ma sát và lực thủy động học của chất lỏng tác động lên nòng van. Tùy theo yêu cầu lưu lượng, áp suất qua van và khả năng lắp ráp lẫn nhau, van đảo chiều được tiêu chuẩn hóa theo DIN 24340, CETOP R 35 H, ISO 4401 và chia thành 2 loại:

- Van đảo chiều điều khiển trực tiếp: NG 6, NG 10;
- Van đảo chiều điều khiển gián tiếp (van 2 cấp): NG 16, NG 25.



Hình 6-23 Phân loại van đảo chiều

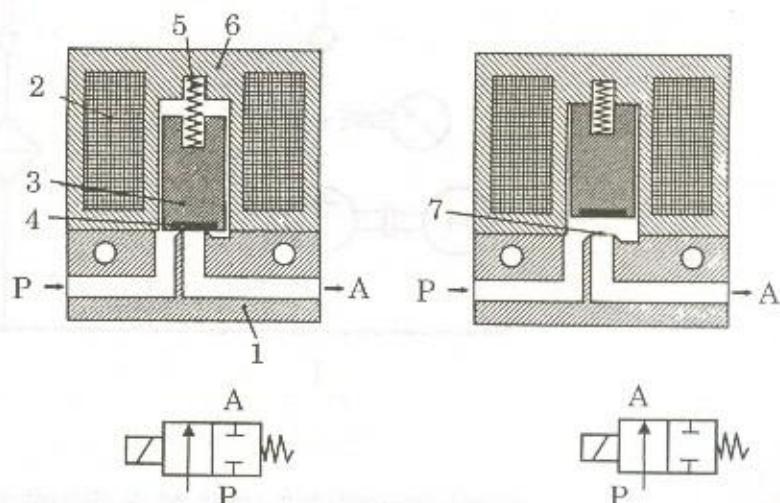
5. Van đảo chiều điều khiển trực tiếp

a) Nguyên lý làm việc:

Cấu tạo và ký hiệu của van 2/2, điều khiển trực tiếp bằng nam châm điện, xem *hình 6-24*.

Hình 6-24 Van 2/2 điều khiển trực tiếp bằng nam châm điện

1. Thân van;
2. Nam châm điện;
3. Lõi sắt từ;
4. Vòng đệm chắn;
5. Lò xo;
6. Hộp nam châm điện;
7. Mặt tựa.



b) Một số loại van đảo chiều điều khiển trực tiếp

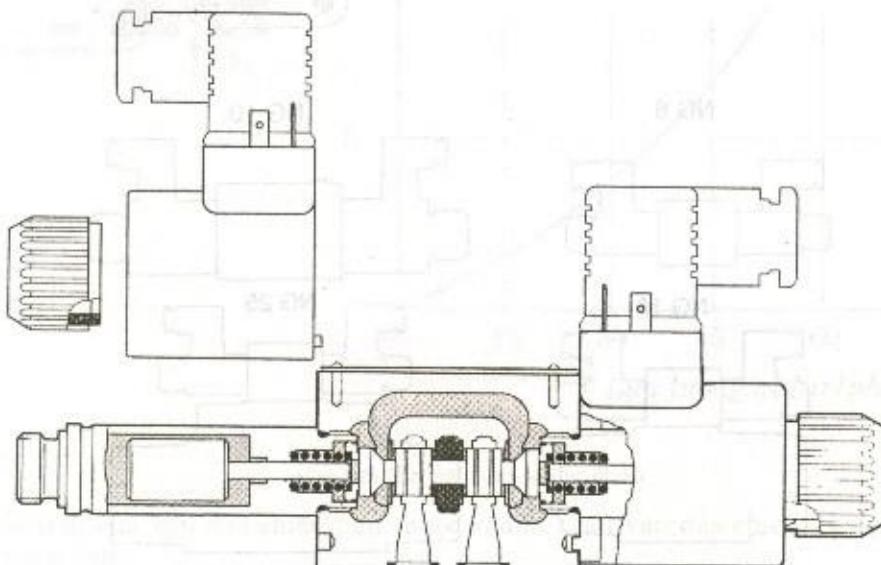
- Van đảo chiều NG 6, xem hình 6-25.

Số cửa 4: P, T, A và B.

Số vị trí: 2 hoặc 3 và cả 2 phía điều khiển bằng nam châm điện từ.

Thông số kỹ thuật: lưu lượng lớn nhất $q_{V_{max}} = 90 \text{ lít/phút}$;

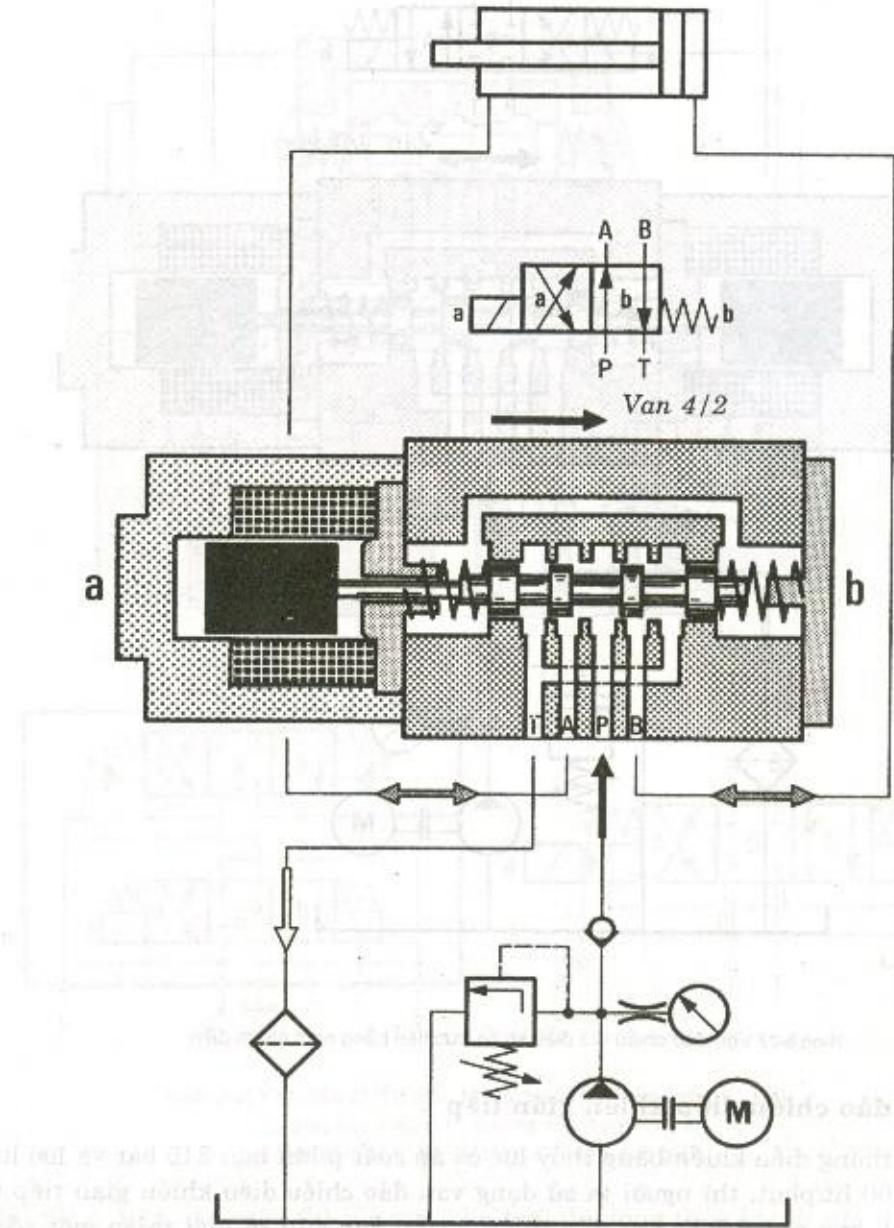
áp suất lớn nhất ở cửa: P, A, và B là 315 bar.



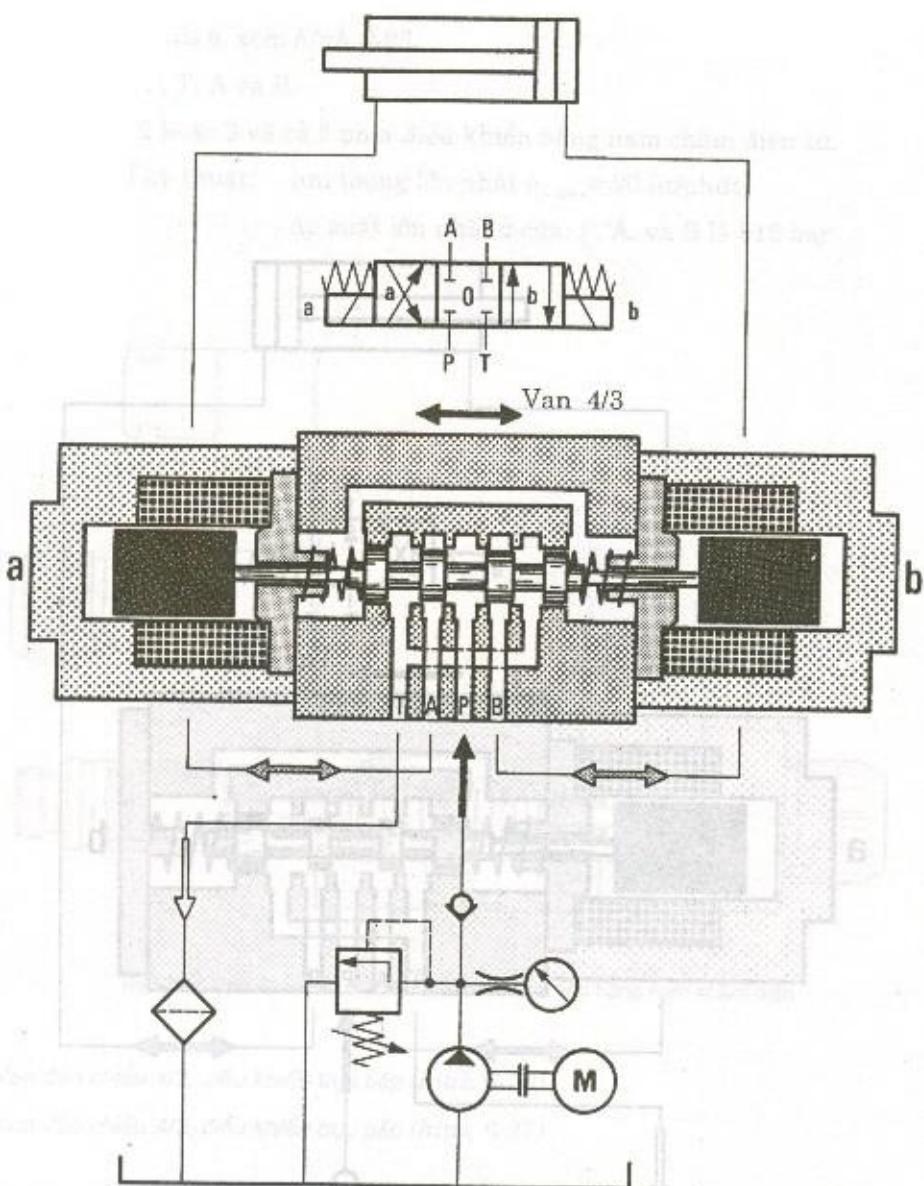
Hình 6-25 Van đảo chiều NG 6 điều khiển trực tiếp bằng nam châm điện

- Van đảo chiều 4/2, điều khiển trực tiếp (hình 6-26)

- Van đảo chiều 4/3, điều khiển trực tiếp (hình 6-27)



Hình 6-26 Van đảo chiều 4/2 điều khiển trực tiếp bằng nam châm điện



Hình 6-27 Van đảo chiều 4/3 điều khiển trực tiếp bằng nam châm điện

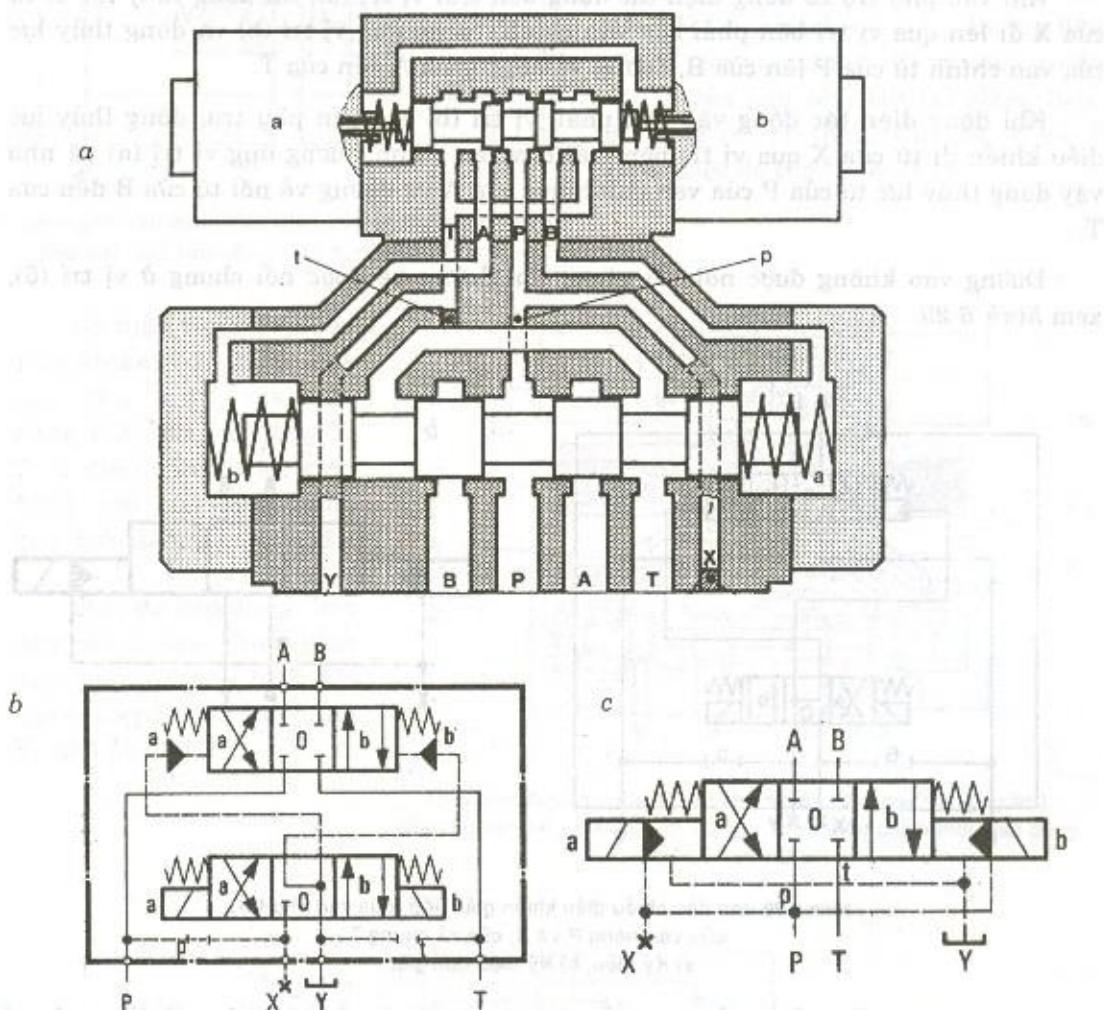
6. Van đảo chiều điều khiển gián tiếp

Khi hệ thống điều khiển bằng thủy lực có áp suất p lớn hơn 315 bar và lưu lượng Q lớn hơn 100 lít/phút, thì người ta sử dụng van đảo chiều điều khiển gián tiếp (qua van phụ trợ), hay còn gọi là van đảo chiều 2 cấp. Sau đây sẽ giới thiệu một số loại van.

a) **Van đảo chiều điều khiển gián tiếp (qua van phụ trợ); cửa vào P chung, cửa xả Y và T riêng**

- Nguyên lý hoạt động (hình 6-28) :

Khi van phụ trợ (có cuộn dây a và b) có dòng điện vào cuộn dây (a) thì dòng thủy lực từ cửa P đi lên qua cửa B của van và dòng này tác động vào bên trái (vị trí b) của van chính. Như vậy dòng thủy lực từ cửa P của van chính qua cửa B và đường về nối từ cửa A đến cửa T. Cửa vào chung cho van chính và van phụ trợ là lỗ (p), cửa xả Y và T riêng do lỗ (t) bịt lại.



Hình 6-28 Van đảo chiều điều khiển gián tiếp (qua van phụ trợ),

đường vào chung P; đường xả riêng Y và T

a) Nguyên lý; b) Ký hiệu; c) Ký hiệu đơn giản.

Khi dòng điện vào cuộn (b) của van phụ trợ, thì dòng thủy lực từ cửa P qua cửa A của van và lên tác động vào bên phải (vị trí a) của van chính. Như vậy dòng thủy lực từ cửa P của van chính 2 qua cửa A, đường về nối từ cửa B đến cửa T.

Đường dầu vào cả 2 van được nối với nhau ở vị trí (p), còn đường dầu về bằng 2 đường dầu xả riêng biệt ở cửa Y và T.

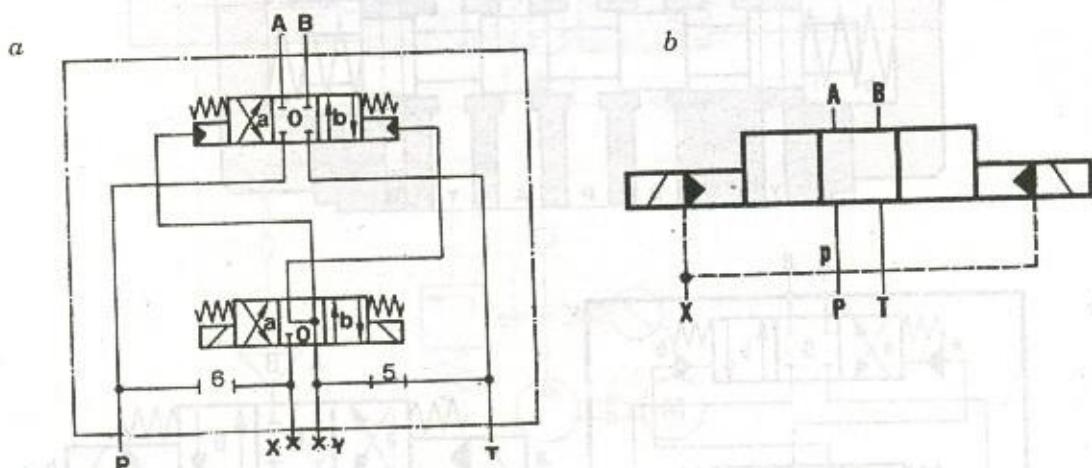
- **Ưu điểm:** kết cấu không phức tạp, giá thành rẻ.
 - **Nhược điểm:** đường dầu van chính và van phụ trợ có áp suất như nhau.
- b) Van đảo chiều điều khiển gián tiếp (qua van phụ trợ); cửa vào riêng P và X; cửa xả chung T**

Nguyên lý hoạt động :

Khi van phụ trợ có dòng điện tác động bên trái vị trí (a), thì dòng thủy lực đi từ cửa X di lên qua vị trí bên phải của van chính, tương ứng vị trí (b) và dòng thủy lực của van chính từ cửa P lên cửa B, đường về nối từ cửa A đến cửa T.

Khi dòng điện tác động vào bên phải, vị trí (b) của van phụ trợ, dòng thủy lực điều khiển di từ cửa X qua vị trí bên trái của van chính, tương ứng vị trí (a) và như vậy dòng thủy lực từ cửa P của van chính qua cửa A và đường về nối từ cửa B đến cửa T.

Đường vào không được nối với nhau, còn đường về được nối chung ở vị trí (5), xem hình 6-29.



Hình 6-29 Van đảo chiều điều khiển gián tiếp (qua van phụ trợ); cửa vào riêng P và X; cửa xả chung T

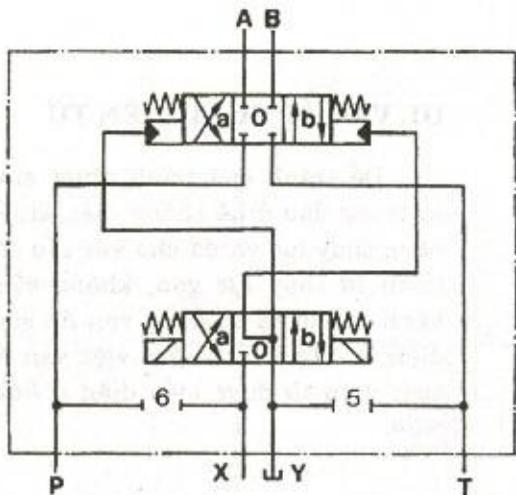
a) Ký hiệu; b) Ký hiệu đơn giản.

c) Van đảo chiều điều khiển gián tiếp (qua van phụ trợ); cửa vào riêng P, X và cửa xả riêng Y, T

Nguyên lý hoạt động :

Khi van phụ trợ có dòng điện vào bên trái, vị trí nòng van (a), dòng thủy lực từ cửa X di lên qua vị trí bên phải của van chính (b) và dòng thủy lực từ cửa P qua cửa A, đường về nối từ cửa B đến cửa T.

Khi dòng điện vào cuộn dây bên phải, vị trí (b) của van phụ trợ, dòng thủy lực từ cửa X qua vị trí bên trái, tương ứng vị trí (a) của van chính. Như vậy dòng thủy lực từ cửa P qua cửa B, đường về nối từ cửa A đến cửa T, xem hình 6-30.



Hình 6-30 Van đảo chiều điều khiển gián tiếp (qua van phụ trợ); cửa vào riêng P và X, cửa xả riêng Y và T

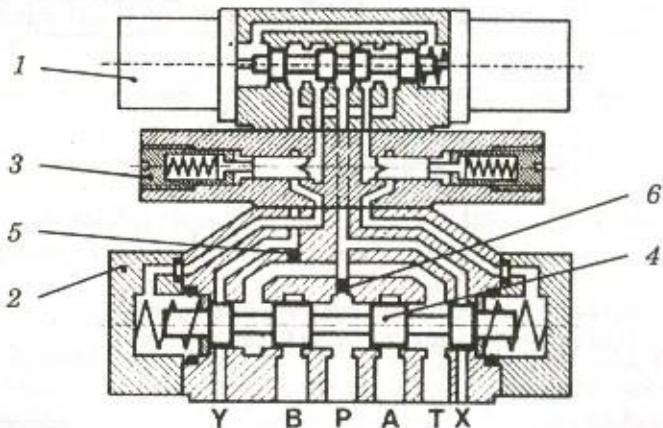
Ký hiệu van đảo chiều điều khiển gián tiếp (qua van phụ trợ); cửa vào riêng P,X; cửa xả riêng Y, T và điều chỉnh thời gian đóng, mở của van chính được biểu diễn ở hình 6-32.

e) Ví dụ ứng dụng: Van đảo chiều điều khiển gián tiếp (qua van phụ trợ); cửa vào chung P, cửa xả chung Y, xem hình 6-33.

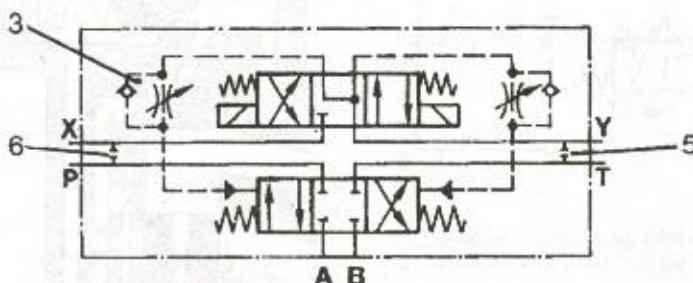
d) Van đảo chiều điều khiển gián tiếp (qua van phụ trợ); cửa vào riêng P, X; cửa xả riêng Y, T và có van tiết lưu điều chỉnh thời gian đóng, mở của van chính

Nguyên lý hoạt động:

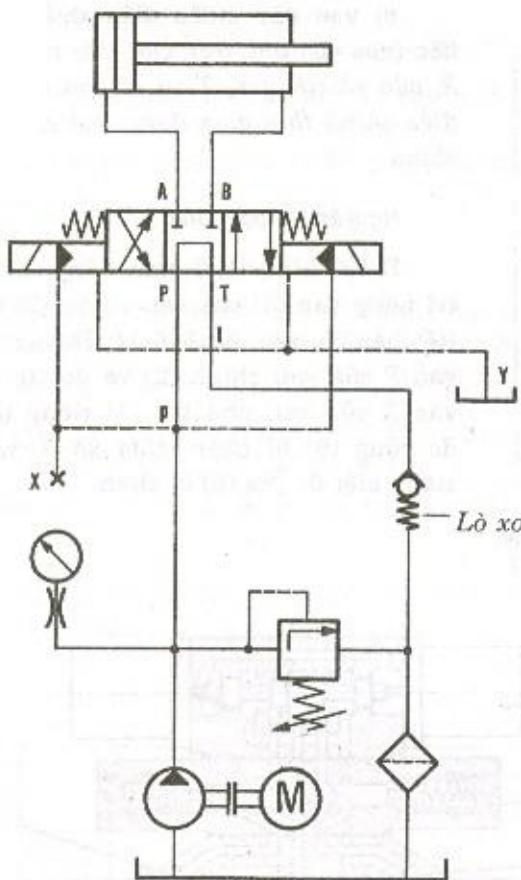
Điều chỉnh thời gian đóng, mở vị trí nòng van (4) của van chính (2) nhờ tiết lưu (3), xem hình 6-31. Đường dầu vào P của van chính (2) và đường dầu vào X của van phụ trợ (1) riêng biệt, do cống (6) bị chặn. Cửa xả Y và T riêng biệt do cửa (5) bị chặn.



Hình 6-31 Van đảo chiều điều khiển gián tiếp (qua van phụ trợ); cửa vào riêng P và X, cửa xả riêng Y, T và điều chỉnh thời gian đóng, mở của van chính



Hình 6-32 Ký hiệu van đảo chiều điều khiển gián tiếp (qua van phụ trợ); cửa vào riêng P, X; cửa xả riêng Y, T và điều chỉnh thời gian đóng, mở của van chính

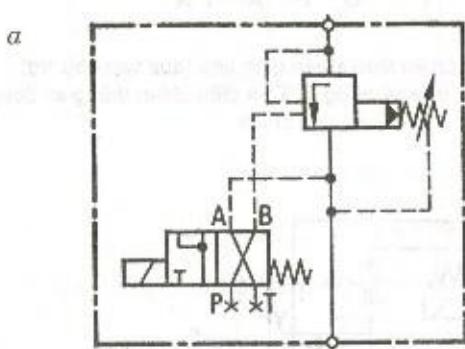


Hình 6-33 Ứng dụng van đảo chiều điều khiển gián tiếp (qua van phụ trợ); cửa vào chung P, cửa xả chung T

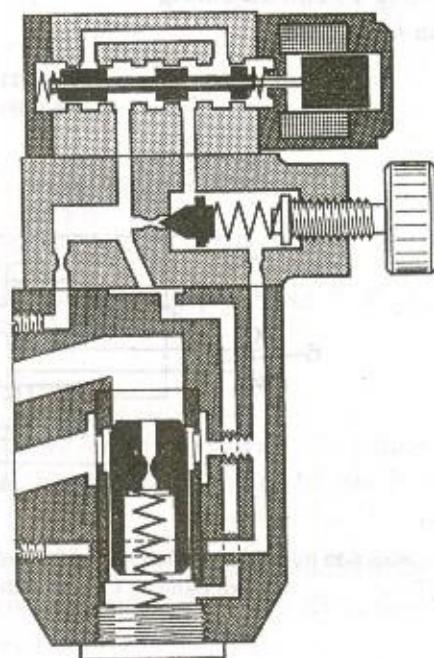
III. VAN ÁP SUẤT ĐIỆN TỬ

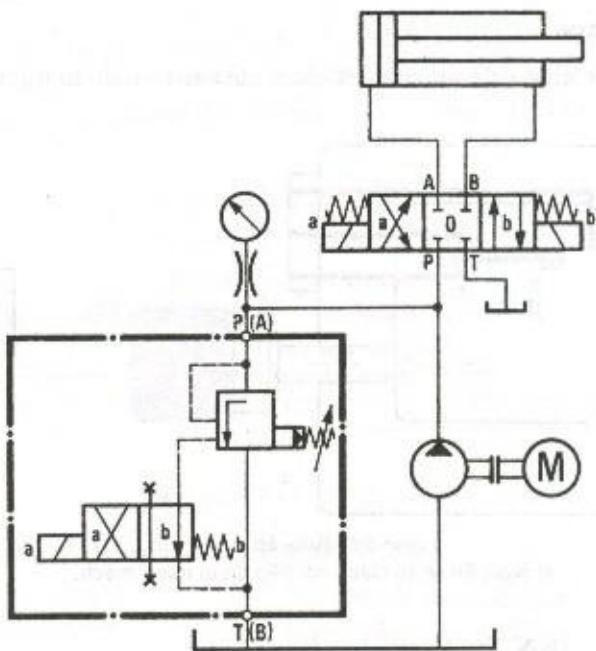
Để tránh quá trình nhiệt sinh ra trong dầu ở hệ thống điều khiển bằng thủy lực và dễ cho kết cấu các phần tử thủy lực gọn, không cồng kềnh, người ta sử dụng van áp suất điện tử. Nguyên lý làm việc van áp suất điện tử được biểu diễn ở hình 6-34.

Ví dụ: Ứng dụng van tràn điều khiển gián tiếp qua van phụ trợ tác động bằng nam châm điện, xem hình 6-35.



Hình 6-34 Van tràn điều khiển gián tiếp (qua van phụ trợ tác động bằng van điện tử)
a. Ký hiệu;
b. Nguyên lý làm việc.





Hình 6-35 Ứng dụng van tròn điều khiển gián tiếp qua van phụ trợ tác động bằng nam châm điện

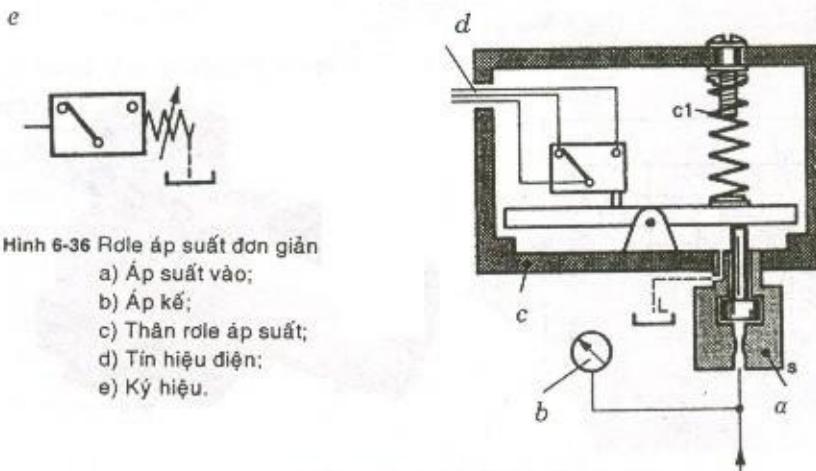
IV. RƠLE ÁP SUẤT

Trong kỹ thuật đo lường và điều khiển, phần tử chuyển đổi tín hiệu được sử dụng khá rộng rãi. Nhiệm vụ của rơle áp suất là chuyển đổi tín hiệu áp suất thành tín hiệu điện.

1. Nguyên lý làm việc

Nguyên lý làm việc của rơle áp suất dựa vào sự tác động của áp suất chất lỏng lên nòng pittông, lò xo hoặc màng chắn bố trí trong rơle áp suất. Tác động này sẽ tạo ra chuyển động thẳng hoặc quay của các cơ cấu tay đòn, ngược chiều chuyển động của lò xo, làm đóng hoặc ngắt những tiếp điểm điện.

Hình 6-36 là một kiểu rơle áp suất đơn giản. Khi áp suất chất lỏng vào cửa (a), nhờ giá trị hiển thị ở áp kế (b), ta có thể điều chỉnh lò xo (c1) theo áp suất yêu cầu. Nhờ cánh tay đòn, tín hiệu áp suất sẽ chuyển đổi thành tín hiệu điện ở tiếp điểm điện (d).

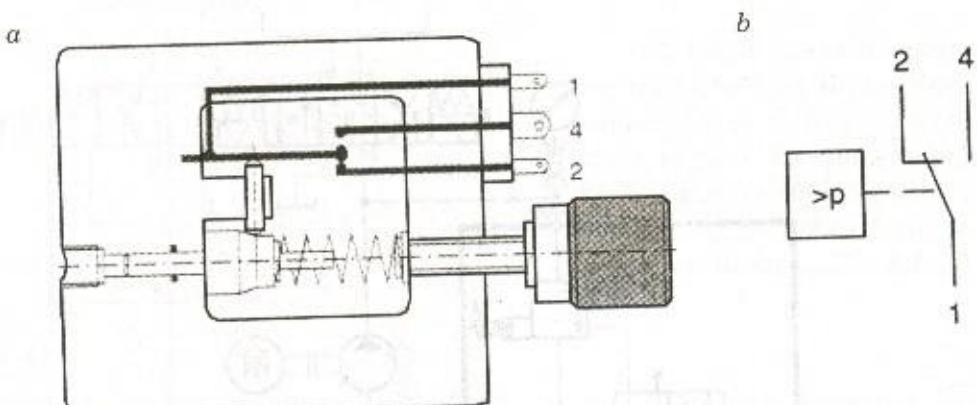


Hình 6-36 Rơle áp suất đơn giản

- a) Áp suất vào;
- b) Áp kế;
- c) Thân rơle áp suất;
- d) Tín hiệu điện;
- e) Ký hiệu.

2. Ví dụ minh họa

Hình 6-37 là một kiểu rôle áp suất và cách nối các tiếp điểm điện trong mạch.



Hình 6-37 Rôle áp suất
a) Nguyên lý; b) Cách nối tiếp điểm trong mạch.

V. BLOCK ĐIỀU KHIỂN

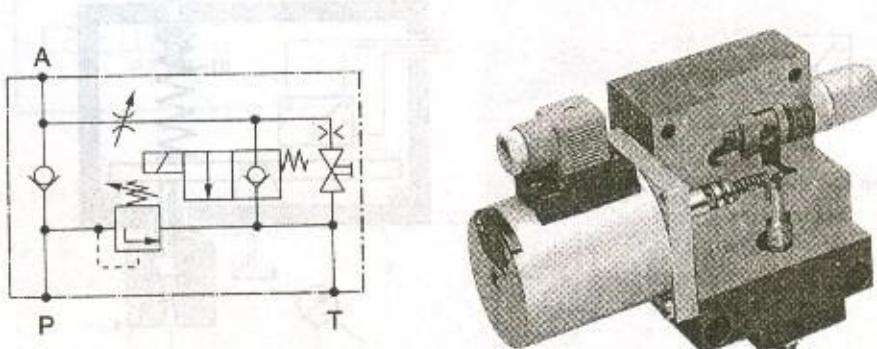
Trong hệ thống điều khiển bằng thủy lực, do sự rò dầu ở các mối nối, tổn thất áp suất trong ống dẫn dầu, dẫn đến sự làm việc không ổn định của hệ thống. Đồng thời hệ thống sẽ cồng kềnh, nếu từng phần tử được nối với nhau bằng ống dẫn.

Hiện nay trong các hệ thống điều khiển bằng thủy lực hiện đại, người ta sử dụng rộng rãi kiểu nối liền bằng tấm nối, tức là lắp ráp một số phần tử thành các cụm điều khiển, gọi là *block điều khiển*. Đặc điểm của *block điều khiển* là các phần tử thủy lực được lắp trên một tấm thép phẳng, bên trong có các lỗ khoan, các rãnh tương ứng để nối liền chúng với nhau.

Sau đây giới thiệu một số *block điều khiển* điển hình.

1. Block điều khiển thay đổi vận tốc

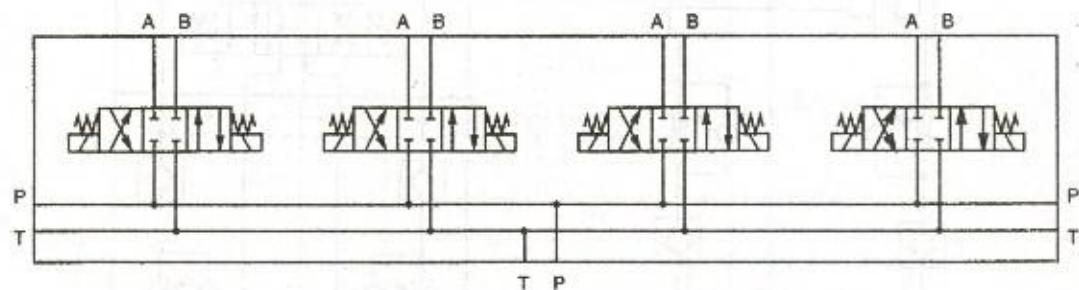
Block này gồm các phần tử sau: van một chiều, van tràn, van đảo chiều 2/2 (còn gọi van chặn điều khiển bằng nam châm điện), van tiết lưu và van khóa đóng, mở, xem hình 6-38.



Hình 6-38 Block điều khiển thay đổi vận tốc

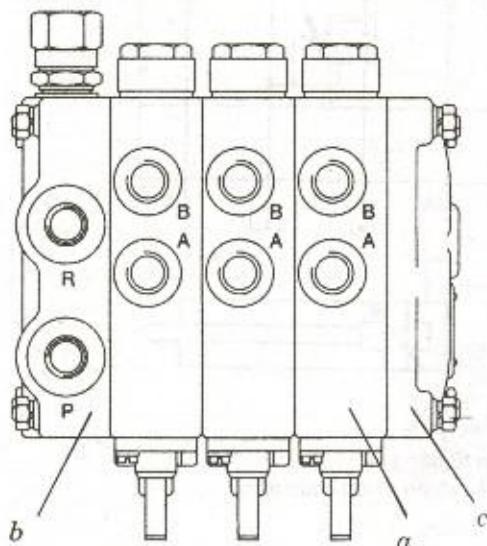
2. Block van đảo chiều

Block van đảo chiều gồm các phần tử: 4 van đảo chiều 4/3, cả 2 phía điều khiển bằng nam châm điện; cửa dẫn dầu vào P chung cho cả 4 van; cửa xả T nối chung cho 4 van. Như vậy sẽ tiết kiệm được dây và tổn thất áp suất sẽ giảm đi, xem **hình 6-39**.



Hình 6-39 Block van đảo chiều

3. Block van đảo chiều và van áp suất



Hình 6-40 Block van đảo chiều và van tràn

- a) Van đảo chiều;
- b) Van tràn;
- c) Tấm vặn vít.

Block van đảo chiều và van áp suất (van tràn) gồm các phần tử: 3 van đảo chiều 4/3, 2 phía điều khiển bằng nam châm điện; cửa dẫn dầu vào P chung cho cả khối và cửa xả R chung cho cả khối. Để điều chỉnh áp suất trong block, người ta lắp vào 1 van tràn. Như vậy sẽ tiết kiệm được dây và tổn thất áp suất sẽ giảm đi, xem **hình 6-40**.

4. Block điều khiển nhiều chức năng

Cấu tạo block điều khiển nhiều chức năng, xem **hình 6-41**.

Hình 6-41 Block điều khiển nhiều chức năng

- 1. Van đảo chiều;

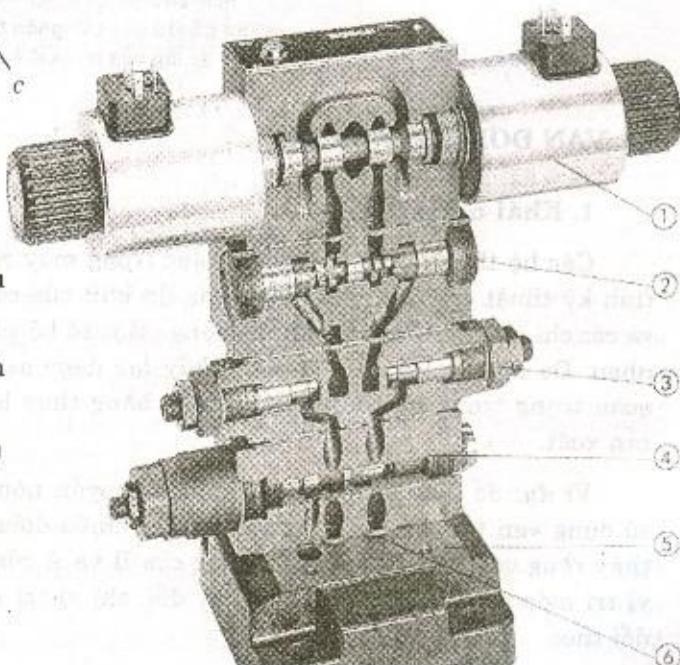
- 2. Bộ điều khiển khóa lẩn;

- 3. Van tiết lưu một chiều;

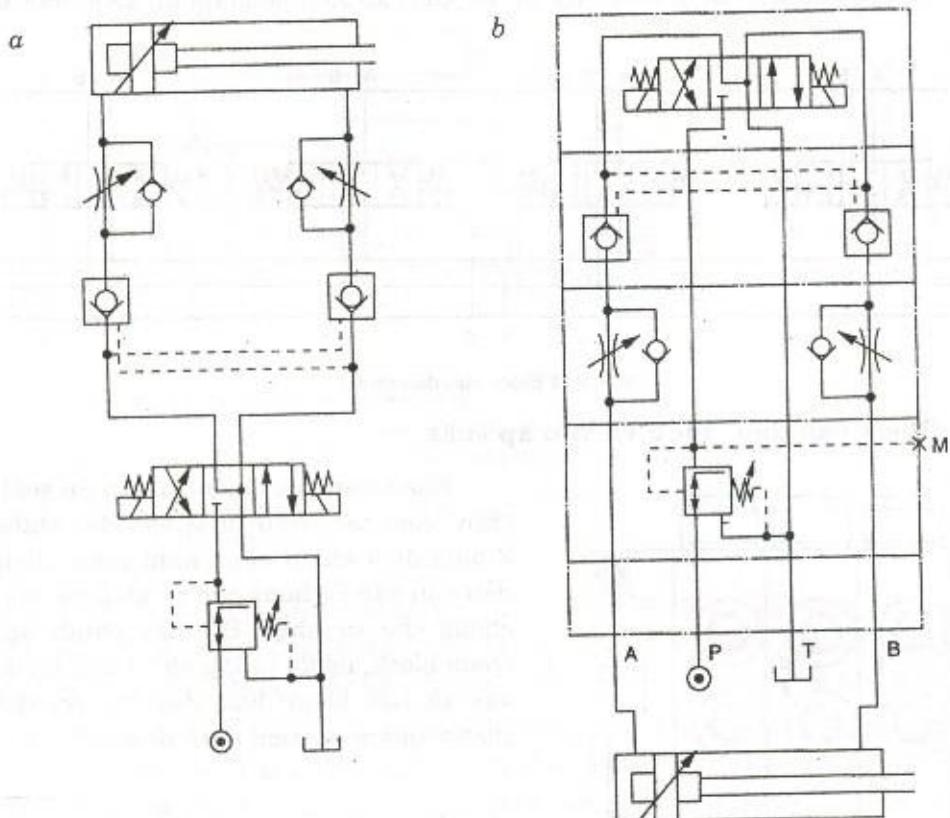
- 4. Van giảm áp;

- 5. Tấm nối;

- 6. Vòng chắn.



Sơ đồ lắp mạch thủy lực của các phần tử riêng lẻ, xem hình 6-42 a và sơ đồ mạch thủy lực lắp của block điều khiển nhiều chức năng xem hình 6.42 b.



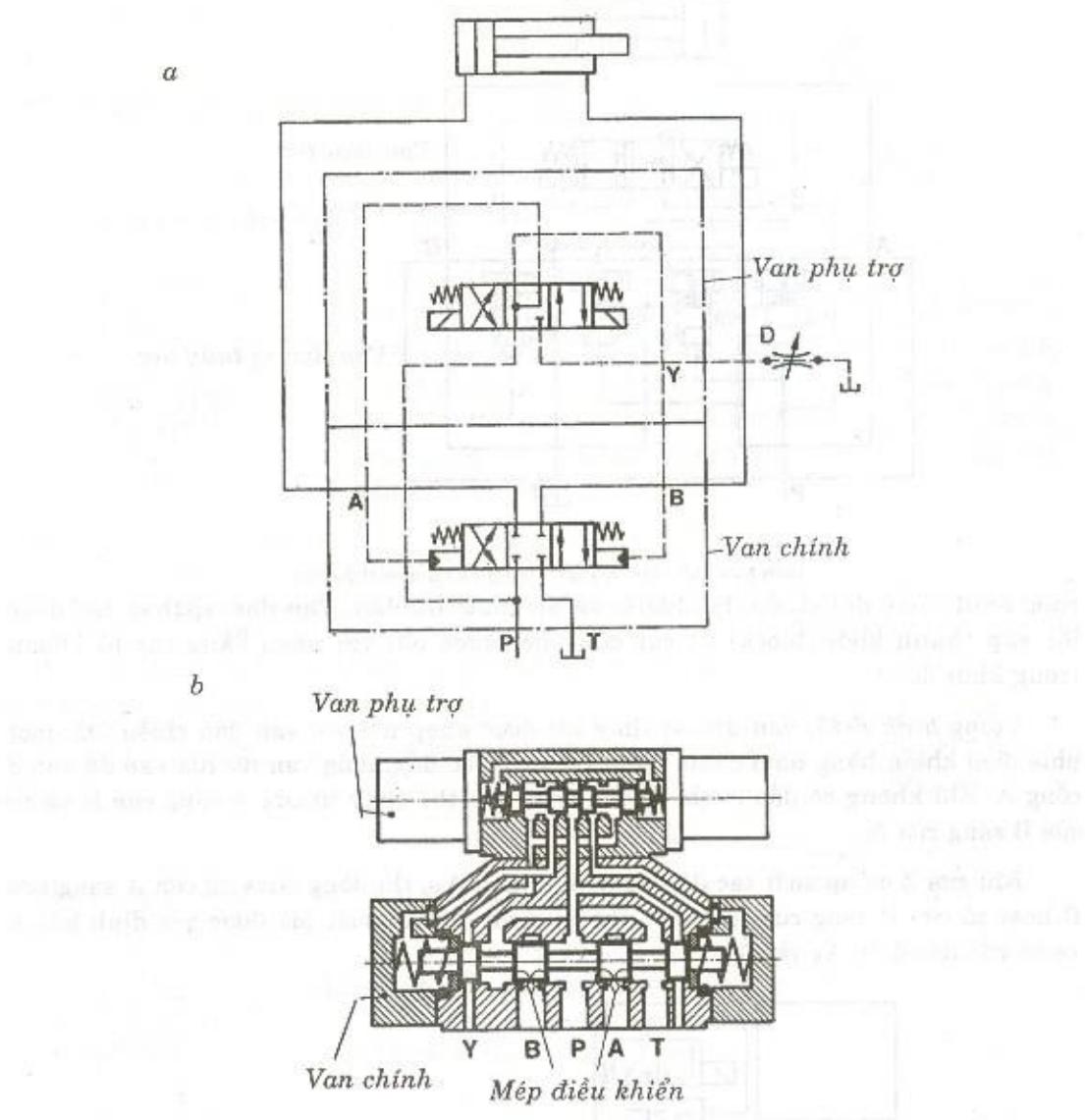
Hình 6-42 Sơ đồ mạch thủy lực
a) Sơ đồ lắp của các phần tử riêng lẻ;
b) Sơ đồ lắp của block điều khiển nhiều chức năng.

VI. VAN ĐƠN VỊ THỦY LỰC

1. Khái niệm

Các hệ thống điều khiển thủy lực trong máy công tác ngày càng yêu cầu các đặc tính kỹ thuật cao hơn: lưu lượng lớn, độ khít của các vòng chấn dầu, kết cấu gọn nhẹ và các chi tiết dễ thay thế khi bị hỏng. Một số bộ phận của các phần tử có thể lắp lắn nhau. Do đó các loại *van đơn vị thủy lực* được sản xuất, phát triển và chiếm vị trí quan trọng trong hệ thống điều khiển bằng thủy lực ở trong các máy và dây chuyền sản xuất.

Ví dụ: để điều khiển vận tốc dịch chuyển nòng van chính ở hình 6-43, người ta sử dụng van tiết lưu (D). Trong van đảo chiều điều khiển gián tiếp ở hình 6-43 b, ta thấy rằng các mép điều khiển ở các cửa B và A của van bị ràng buộc nhau, tức là khi vị trí mép điều khiển ở cửa A thay đổi, thì vị trí mép điều khiển ở cửa B cũng thay đổi theo.



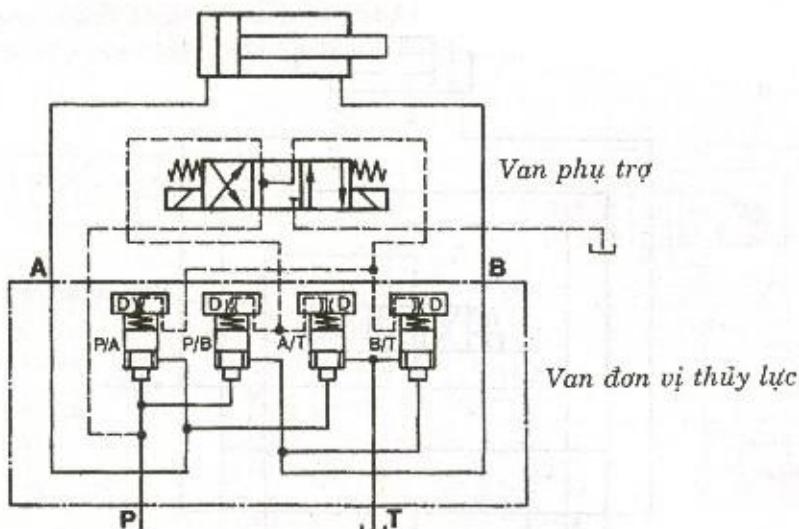
Hình 6-43 Điều khiển xilanh bằng van đảo chiều điều khiển gián tiếp
a) Sơ đồ lắp; b) M'ép điều khiển.

Nếu thay chức năng của các mép điều khiển ở van chính bằng 4 van đơn vị thủy lực, xem *hình 6-44*, ta thấy rằng vị trí các mép điều khiển không bị ràng buộc nhau và nhiệm vụ tiết lưu được thực hiện ở trong mỗi van đơn vị thủy lực.

Ứng dụng van đơn vị thủy lực có hiệu quả kinh tế, khi hệ thống điều khiển bằng thủy lực có lưu lượng lớn hơn 100 lít/phút.

2. Nguyên lý làm việc

Van đơn vị thủy lực gồm 2 cổng nối chính. Tùy theo chức năng có thể một hoặc nhiều cổng điều khiển. Nòng van có 2 vị trí (đóng và mở) hoặc có thể ở một vị trí trung gian bất kỳ. Tùy theo cách nối để điều khiển, van đơn vị thủy lực có

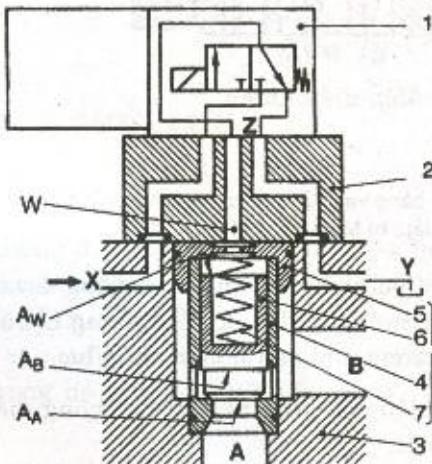


Hình 6.44 Điều khiển xilanh bằng van đơn vị thủy lực

chức năng thay đổi chiều, lưu lượng và áp suất của dầu. Van đơn vị thủy lực được lắp ráp thành khối (block) và các cổng nối được nối với nhau bằng các lỗ khoan trong khối đó.

Trong hình 6.45, van đơn vị thủy lực được ghép nối với van đảo chiều 3/2, một phía điều khiển bằng nam châm điện. Lò xo (7) sẽ đẩy nòng van (6) tựa vào để van ở cổng A. Khi không có dầu ở cửa Z, dòng chảy có thể chảy từ cửa A sang cửa B và từ cửa B sang cửa A.

Khi cửa Z có áp suất tác động vào diện tích A_w , thì dòng chảy từ cửa A sang cửa B hoặc từ cửa B sang cửa A đều có thể bị chặn lại. Áp suất mở được xác định bởi lò xo và các tiết diện A_A và A_B .



Hình 6.45 Van đơn vị thủy lực
 1. Van đảo chiều 3/2;
 2. Tấm nối;
 3 + 7. Van đơn vị thủy lực.

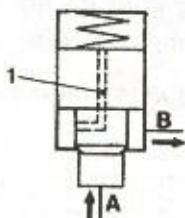
3. Kết cấu van đơn vị thủy lực

a) Van đảo chiều đơn vị thủy lực (hình 6.46)

Khi không có dầu ở cửa W, dòng chảy có thể chảy từ cửa A sang cửa B và từ cửa B sang cửa A, do áp suất tác động vào các tiết diện A_A và A_B .

Tỷ lệ diện tích $A_A : A_W = 1 : 1,6$ đến $1 : 2$

b) Van một chiều đơn vị thủy lực (hình 6-47)

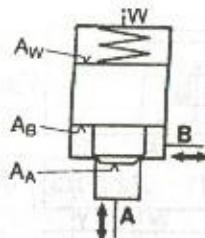


Hình 6-47 Van một chiều đơn vị thủy lực

Nếu có lỗ

khoan ở nòng van

của van đảo chiều đơn vị thủy lực, thì van sẽ trở thành van một chiều đơn vị thủy lực. Dòng chảy từ cửa A sang cửa B. Nếu dòng chảy từ cửa B sang cửa A, dầu đi qua lỗ khoan (1) và tác động lên nòng van có chiều ngược lại với cửa A, như vậy không cho dầu qua.

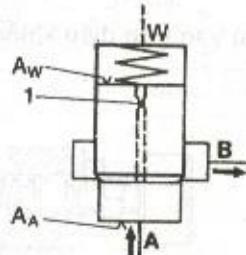


Hình 6-46 Van đảo chiều đơn vị thủy lực

c) Van áp suất (van tràn) đơn vị thủy lực (hình 6-48)

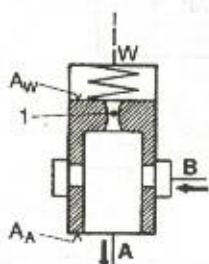
Van áp suất (van tràn) đơn vị thủy lực có tác dụng như van chính của van tràn điều khiển gián tiếp.

Tỷ lệ diện tích $A_A : A_W = 1 : 1,08$



Hình 6-48 Van áp suất (van tràn) đơn vị thủy lực

d) Van áp suất (giảm áp) đơn vị thủy lực (hình 6-49)



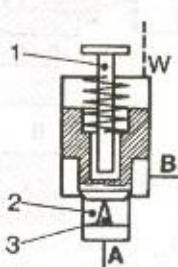
Hình 6-49 Van áp suất (giảm áp) đơn vị thủy lực

Van (van giảm áp) đơn vị thủy lực có tác dụng như van chính của van giảm áp điều khiển gián tiếp.

Tỷ lệ diện tích $A_A : A_W = 1 : 1$

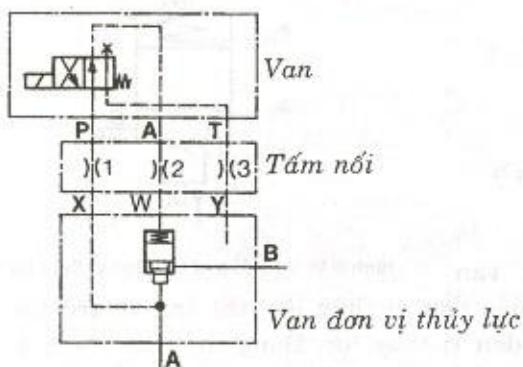
e) Van tiết lưu hai chiều đơn vị thủy lực (hình 6-50)

Vị trí của rãnh (3) của van tiết lưu hai chiều đơn vị thủy lực có thể điều chỉnh bằng vít (1). Chi tiết (2) là nòng điều chỉnh.



Hình 6-50 Van tiết lưu hai chiều đơn vị thủy lực

4. Chức năng của tám nối (hình 6-51)



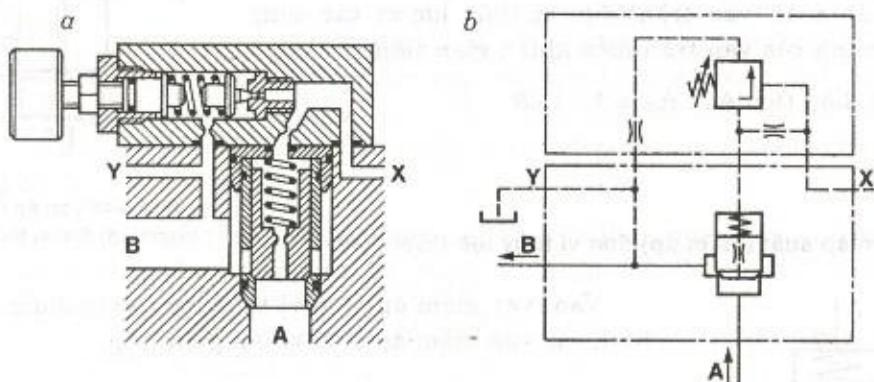
Tám nối có 3 chức năng sau:

- Nối với các cửa của van đảo chiều.
- Tạo ra không gian để lắp lò xo của van phụ trợ và cho gá lắp.
- Tạo ra không gian cho vòi phun để tiết lưu.

Hình 6-51 Tám nối

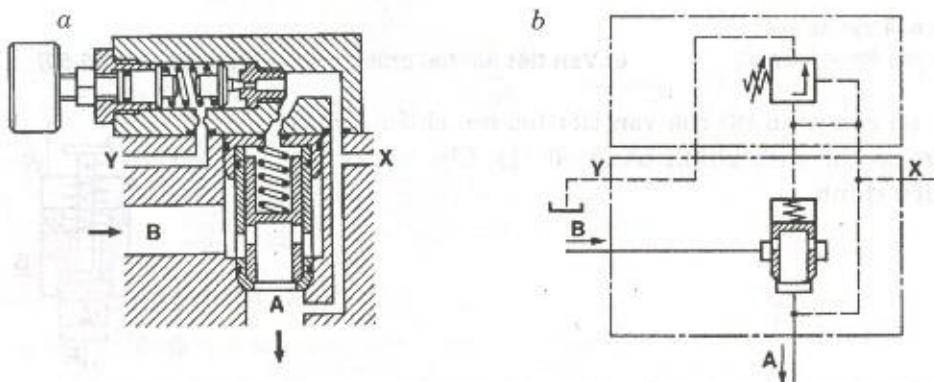
5. Một số kết cấu van đơn vị thủy lực kết hợp với van thủy lực

a) Van tràn điều khiển gián tiếp (hình 6-52)



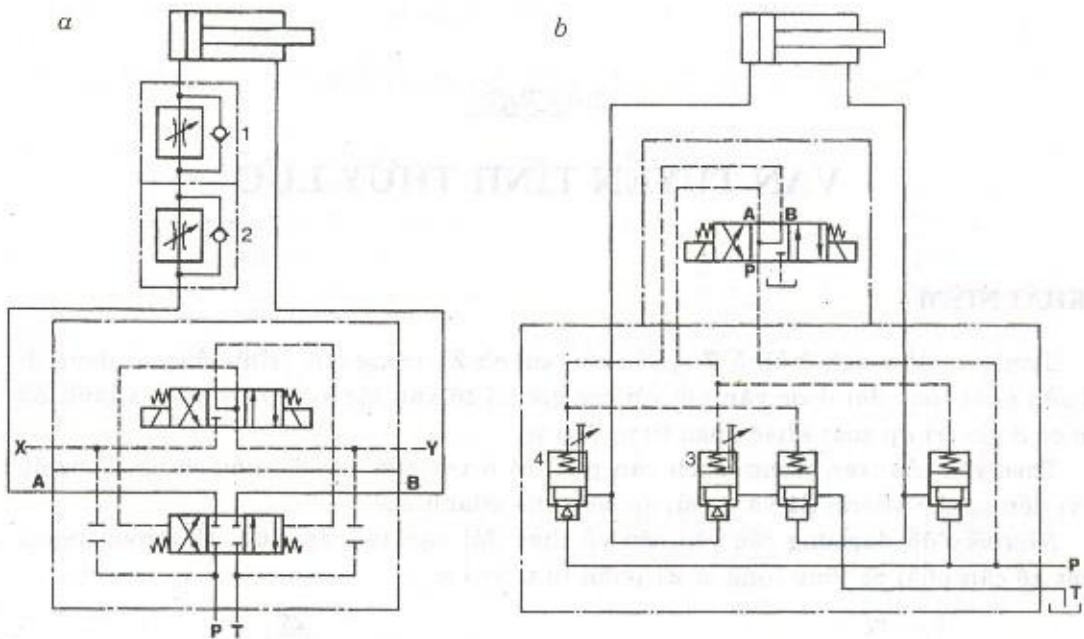
Hình 6-52 Van tràn điều khiển gián tiếp
a) Kết cấu; b) Ký hiệu.

b) Van giảm áp điều khiển gián tiếp (hình 6-53)



Hình 6-53 Van giảm áp điều khiển gián tiếp
a) Kết cấu; b) Ký hiệu.

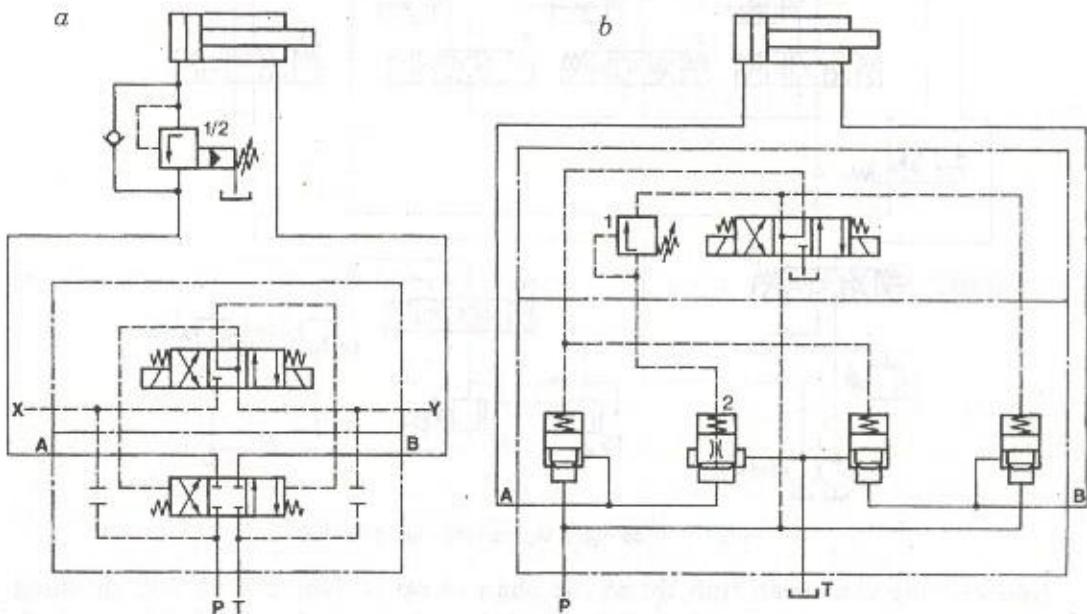
c) Van đảo chiều 4/3 điều khiển gián tiếp (hình 6-54)



Hình 6-54 Điều khiển chiều và vận tốc xilanh

- a) Van đảo chiều 2 cấp (qua van phụ trợ) và van tiết lưu;
- b) Van đơn vị thủy lực.

d) Van đảo chiều 4/3 điều khiển gián tiếp và van cản (hình 6-55)



Hình 6-55 Điều khiển chiều và lực cản của xilanh

- a) Van đảo chiều 2 cấp (qua van phụ trợ) và van cản;
- b) Van đơn vị thủy lực.

CHƯƠNG 7

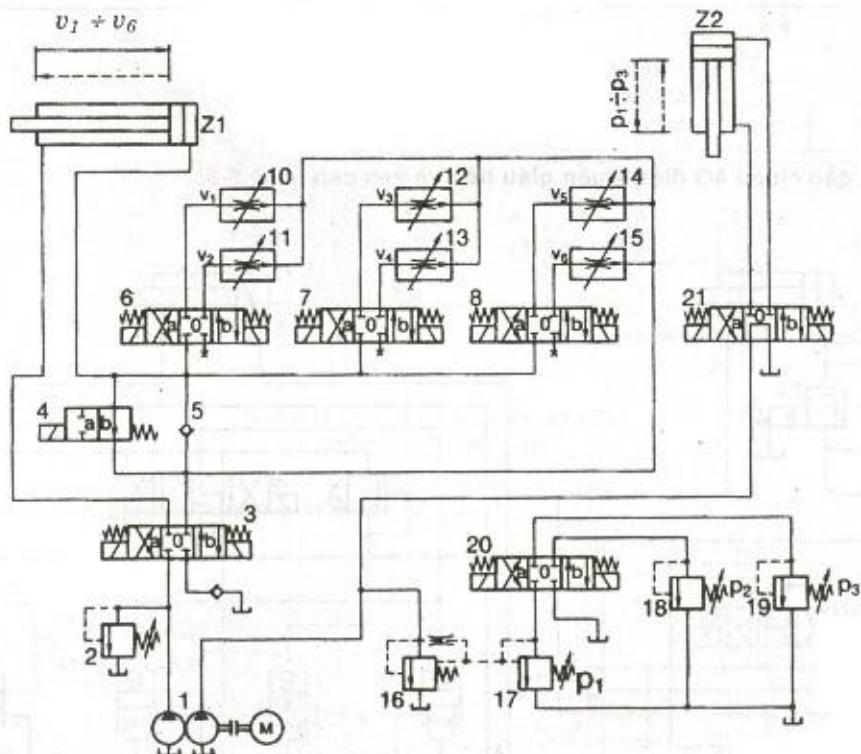
VAN TUYẾN TÍNH THỦY LỰC

I. KHÁI NIỆM

Trong sơ đồ mạch ở *hình 7-1*, yêu cầu xilanh Z1 trong quá trình chuyển động đi tới cần phải thay đổi được vận tốc với các giá trị từ vận tốc v_1 đến v_6 và ở xilanh Z2 cần có 3 giá trị áp suất khác nhau từ p_1 đến p_3 .

Theo yêu cầu trên trong mạch cần phải có 6 van tiết lưu để điều chỉnh 6 tốc độ từ v_1 đến v_6 cho xilanh Z1 và 3 van áp suất cho xilanh Z2.

Như vậy để đáp ứng các yêu cầu về thay đổi vận tốc, áp suất, thì trong mạch thiết kế cần phải có tổng cộng là 21 phần tử thủy lực.



Hình 7-1 Sơ đồ mạch lắp van thủy lực đóng mở

Nếu sử dụng van tuyến tính thì số các phần tử rất ít. Như ở *hình 7-2*, chỉ dùng một van tuyến tính 4/3 thì sẽ điều chỉnh vô cấp được 6 tốc độ cho xilanh Z1 và xilanh Z2 cần sử dụng một van áp suất tuyến tính để điều chỉnh áp suất vô cấp. Tổng cộng các phần tử sử dụng là 5.

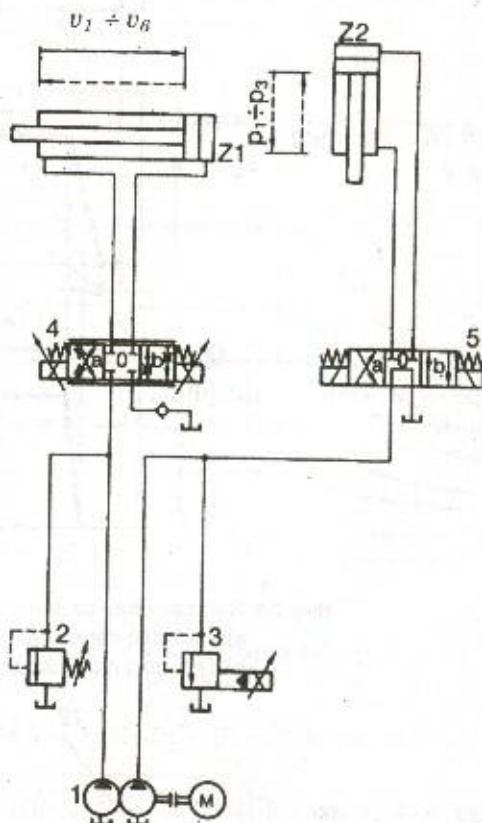
Tóm lại, khi sử dụng van tuyến tính để điều chỉnh các tốc độ, áp suất khác nhau của xilanh, thì mạch rất đơn giản và có thể điều chỉnh được tốc độ, áp suất chính xác và vô cấp so với dùng các van đóng mở như ở *hình 7-1*.

II. SO SÁNH VAN TUYẾN TÍNH VÀ VAN THỦY LỰC ĐÓNG MỞ

Sự khác nhau cơ bản của van tuyến tính và van thủy lực đóng mở là quá trình làm việc của nam châm điện từ và lưu lượng của dầu chảy qua van.

Ở van thủy lực đóng mở tín hiệu dòng điện vào cuộn dây điện từ là tín hiệu bậc thang, trong khi đó ở van tuyến tính, tín hiệu dòng điện vào cuộn dây điện từ có thể thay đổi tuyến tính, như vậy độ dịch chuyển của nòng van và lưu lượng dầu chảy qua van thay đổi tuyến tính.

Sự khác nhau cơ bản khác của van tuyến tính và van thủy lực đóng mở, xem *hình 7-3*.

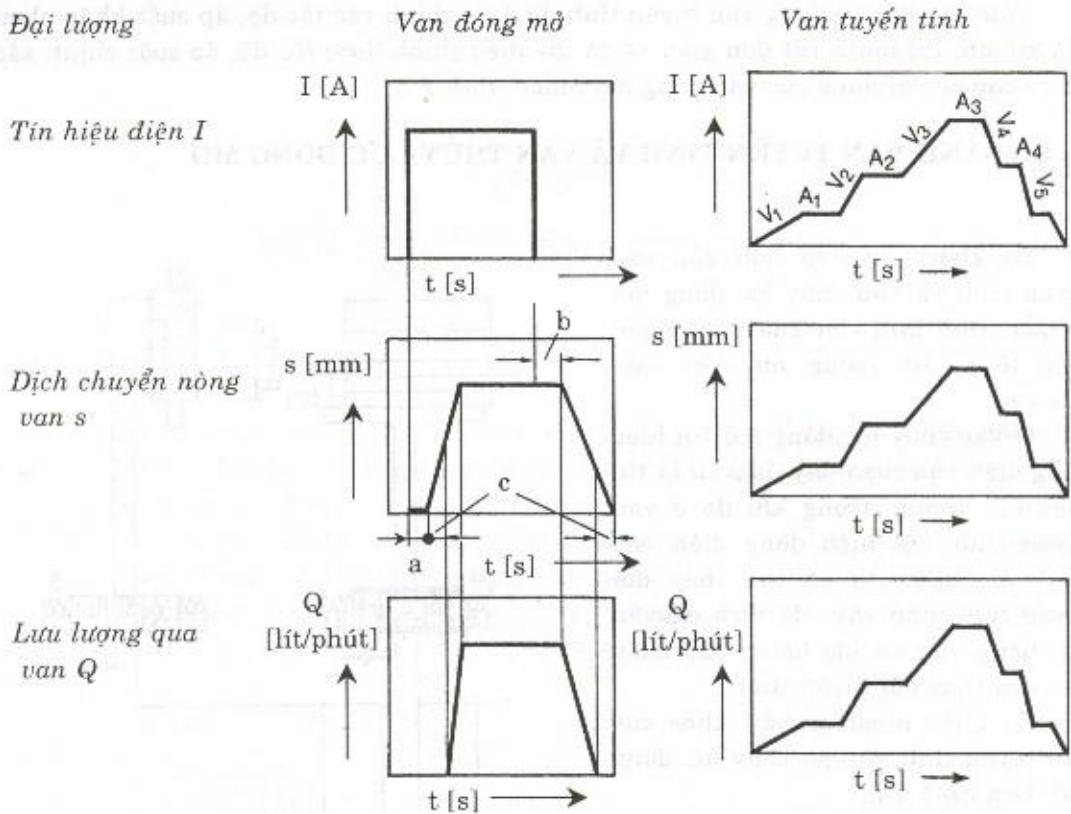


Hình 7-2 Sơ đồ lắp van thủy lực tuyến tính

III. ĐƯỜNG ĐẶC TÍNH NAM CHÂM ĐIỆN TỪ CỦA VAN TUYẾN TÍNH

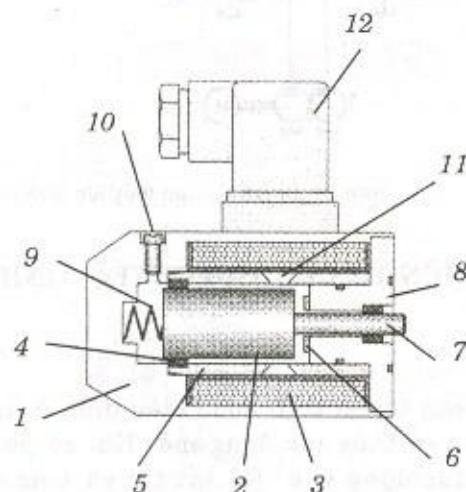
1. Cấu tạo

Cấu tạo nam châm điện từ của van tuyến tính được biểu diễn ở *hình 7-4*. Nguyên lý làm việc cũng tương tự như van thủy lực đóng mở. Khi có dòng điện vào cuộn dây (3), lực điện từ sinh ra tác động vào lõi sắt (2) và trực dẫn (7). Do cấu tạo nam châm điện từ của van tuyến tính khác với van thủy lực đóng mở là *ống côn không từ tính* (11) có hình dạng khác, do đó đường đặc tính nam châm điện từ của van tuyến tính khác với đường đặc tính nam châm điện từ của van thủy lực đóng mở.



Hình 7-3 Sự khác nhau cơ bản của van thủy lực đóng mở và van tuyến tính

- Thời gian đóng của cuộn dây điện tử;
- Thời gian ngắt của cuộn dây điện tử; c) Mẻp điều khiển dương.



Hình 7-4 Cấu tạo nam châm điện tử của van tuyến tính

- Vỏ;
- Lõi sắt từ;
- Cuộn dây;
- Ổ trượt;
- Ống sắt từ;
- Đĩa chặn;
- Trục dẫn;
- Mặt bích chặn;
- Lò xo;
- Vít xà;
- Ống côn không từ tính;
- Ống nối dây điện.

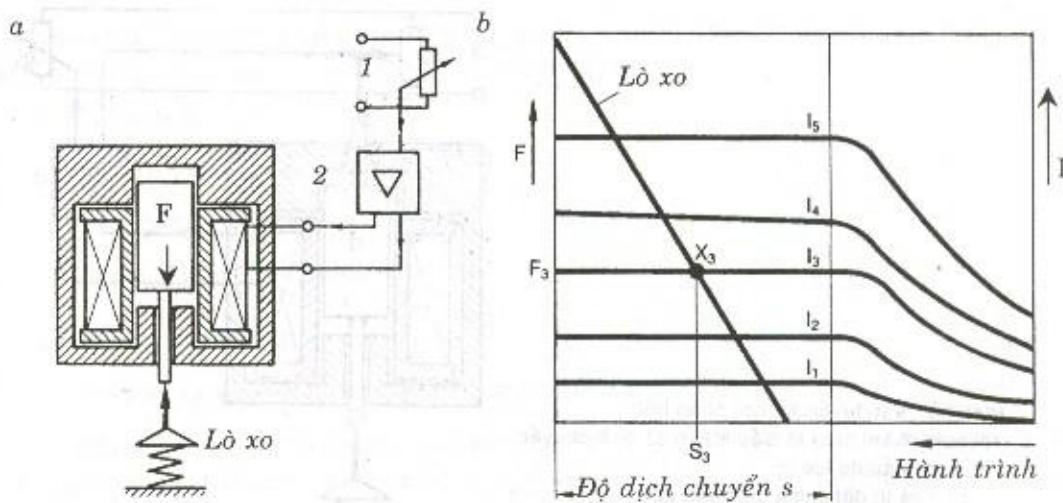
2. Nguyên lý làm việc và đường đặc tính

Ở hình 7-5 ta thấy rằng, ứng với mỗi giá trị của dòng điện I từ biến trở (1), qua bộ khuếch đại (2) vào nam châm điện tử, ta có một giá trị tương ứng độ dịch

chuyển nòng van s, khi lực điện từ F cân bằng với lực lò xo. Vì vậy .. cân bằng với lực lò xo tại điểm cắt X_3 tương ứng với dòng điện vào có giá trị I_3 , thì nòng van dịch chuyển được vị trí tương ứng tại điểm S_3 .

Như vậy ta thấy rằng, độ dịch chuyển nòng van s tỷ lệ với giá trị của dòng điện I vào nam châm điện từ.

Khi thay đổi độ lớn dòng điện I ở van tuyến tính, nhiệt sinh ra trong cuộn dây điện từ không ảnh hưởng đến lực điện từ F. Nhưng khi thay đổi hiệu điện thế U, thì nhiệt sinh ra trong cuộn dây điện từ ảnh hưởng đến lực điện từ F.



Hình 7-5 Đường đặc tính của nam châm điện từ van tuyến tính
a) Nguyên lý làm việc; b) Đường đặc tính.

Trong van tuyến tính, tùy theo độ lớn của độ dịch chuyển nòng van s, người ta phân biệt thành 2 nhóm:

- *Nam châm điện từ điều khiển độ dịch chuyển*: có độ dịch chuyển có giá trị trong khoảng từ $1 \div 5$ mm.
- *Nam châm điện từ điều khiển lực*: có độ dịch chuyển của nòng van có giá trị khoảng từ $0 \div 1$ mm.

IV. PHÂN LOẠI VAN TUYẾN TÍNH

1. Phân loại theo dòng tín hiệu

Theo dòng tín hiệu, người ta phân thành 2 loại:

- *Van tuyến tính không có phản hồi*;
- *Van tuyến tính có phản hồi*.

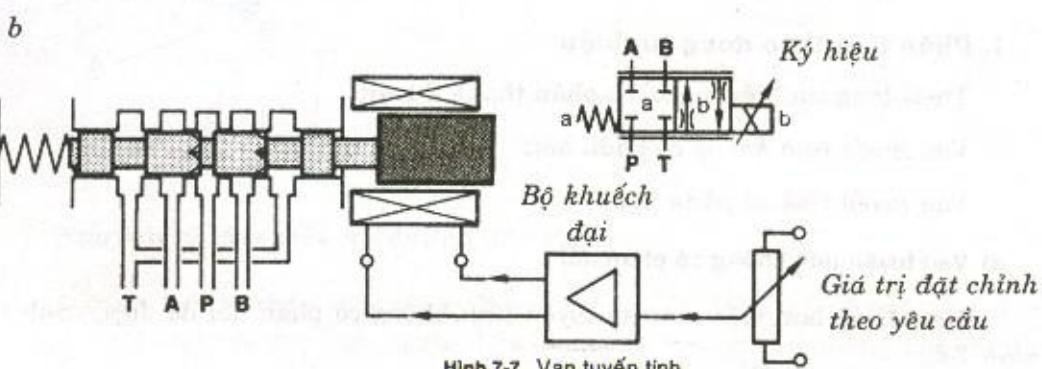
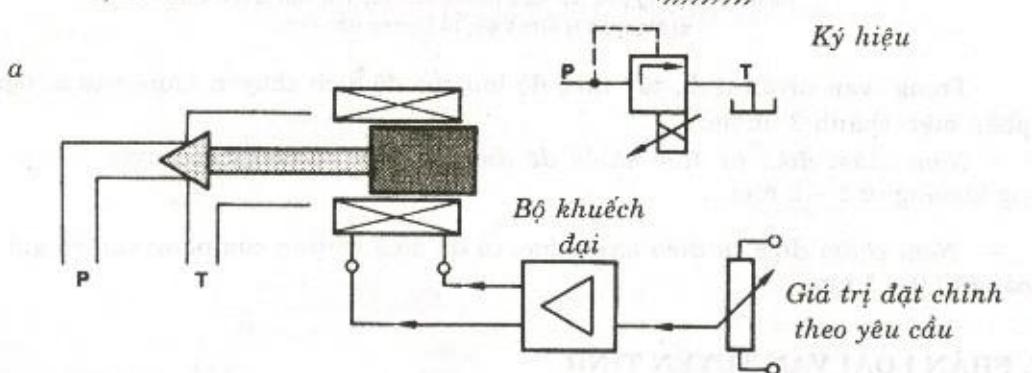
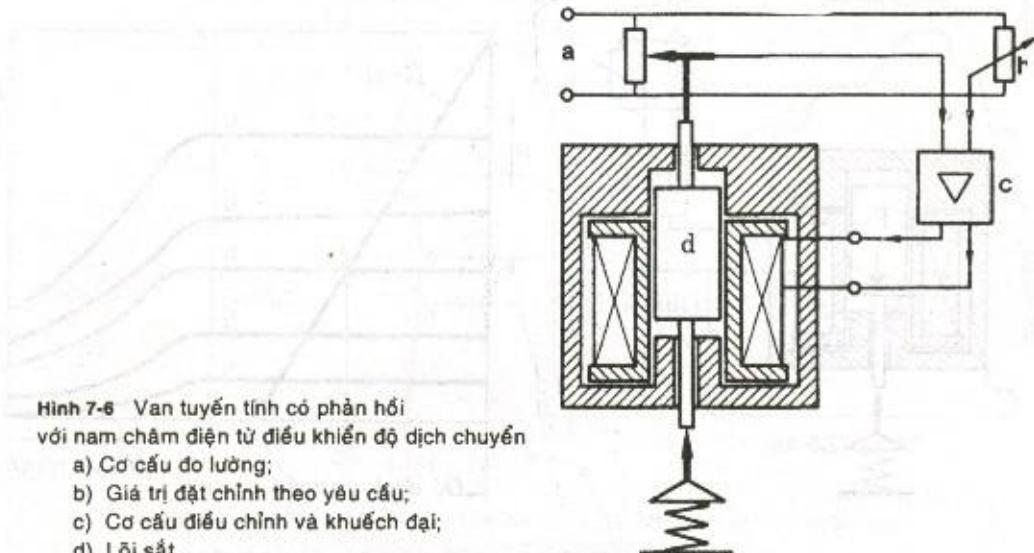
a) Van tuyến tính không có phản hồi

Nguyên lý làm việc của van tuyến tính không có phản hồi đã được trình bày ở hình 7-5.

b) Van tuyến tính có phản hồi (hình 7-6)

Trong van tuyến tính, ứng với mỗi giá trị của dòng điện I, phải có một giá trị tương ứng độ dịch chuyển nòng van s.

Khi van làm việc, các yếu tố như ma sát của nòng van, áp lực dòng chảy hoặc độ trễ của lò xo, đã làm hạn chế khả năng đạt độ chính xác của van tuyến tính. Để khắc phục các yếu tố trên, người ta sử dụng van tuyến tính có phản hồi. Khi đặt chỉnh giá trị yêu cầu qua biến trở (b), dòng điện qua cơ cấu điều chỉnh và khuếch đại (c) vào cuộn dây, van tuyến tính làm việc, độ lớn dịch chuyển của lõi sắt (d) được đo lường lại qua (a) và so sánh với giá trị đặt chỉnh ở (b).



Hình 7-7 Van tuyến tính

a) Van áp suất tuyến tính và ký hiệu; b) Van đảo chiều tuyến tính và ký hiệu.

2. Phân loại theo chức năng

Theo chức năng van tuyến tính gồm có:

- Van áp suất tuyến tính, xem hình 7-7a.
- Van đảo chiều tuyến tính, xem hình 7-7b.

V. VAN ÁP SUẤT TUYẾN TÍNH

1. Công dụng

Van áp suất tuyến tính được sử dụng để điều chỉnh áp suất vô cấp, khi dòng điện I vào cuộn dây điện từ của van tăng hay giảm từ từ.

2. Phân loại

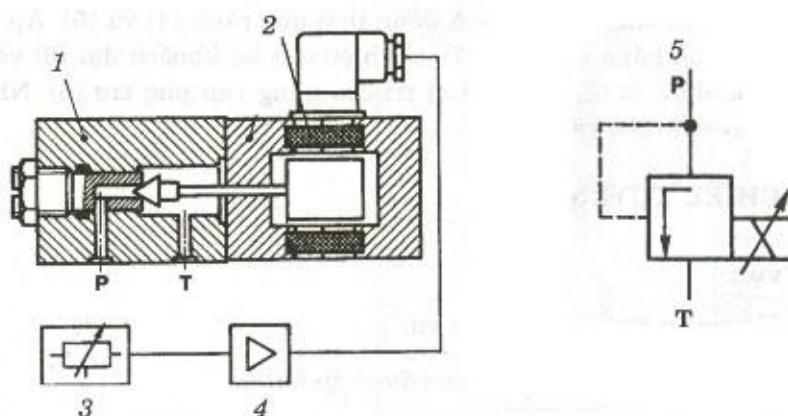
Van áp suất tuyến tính gồm 2 loại:

- Van tràn tuyến tính.
- Van giảm áp tuyến tính.

a) Van tràn tuyến tính

- Van tràn tuyến tính điều khiển trực tiếp (hình 7-8)

Khi dòng điện I thay đổi, thì lực điện từ F có giá trị thay đổi tương ứng. Ở loại van này áp suất được điều chỉnh rất nhanh, bởi vì độ dịch chuyển của nòng van rất nhỏ.



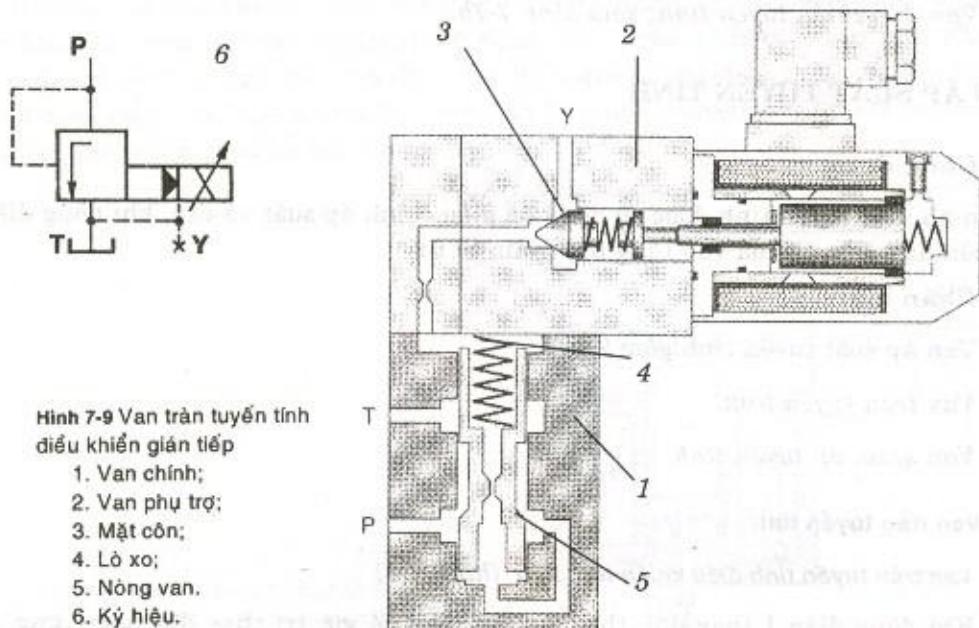
Hình 7-8 Van tràn tuyến tính điều khiển trực tiếp

1. Van áp suất; 2. Cuộn dây từ; 3. Biến trở;
4. Bộ khuếch đại; 5. Ký hiệu.

- Van tràn tuyến tính điều khiển gián tiếp (hình 7-9)

Van tràn tuyến tính điều khiển gián tiếp gồm: van chính (1) và van phụ trợ (2). Nếu lực điện từ lớn hơn lực tạo ra bởi áp suất ở cửa P, mặt con (3) đóng lại. Lò xo (4) giữ nòng van (5) ở vị trí thấp nhất, cửa P và cửa T bị chặn.

Nếu lực tạo ra bởi áp suất ở cửa P lớn hơn lực điện từ đặt chỉnh, mặt côn (3) mở ra, dầu về thùng chứa qua cửa Y. Như vậy hình thành hiệu áp ở van chính (1), nòng van (5) di chuyển lên. Mèp điều khiển ở van chính mở ra, dầu ở cửa P về thùng chứa qua cửa T.



Hình 7-9 Van tràn tuyến tính
điều khiển gián tiếp

1. Van chính;
2. Van phụ trợ;
3. Mặt côn;
4. Lò xo;
5. Nòng van.
6. Ký hiệu.

b) Van giảm áp tuyến tính (hình 7-10)

Dòng thủy lực sẽ chảy từ B qua A đồng thời qua rãnh (4) và (5). Áp suất theo yêu cầu được điều chỉnh bằng biến trở (7), tín hiệu qua bộ khuếch đại (8) và dưới tác dụng của nam châm điện từ (3) thay đổi vị trí của nòng van phụ trợ (6). Như vậy áp suất ở cửa A sẽ thay đổi theo yêu cầu.

VI. VAN ĐẢO CHIỀU TUYẾN TÍNH

1. Nhiệm vụ :

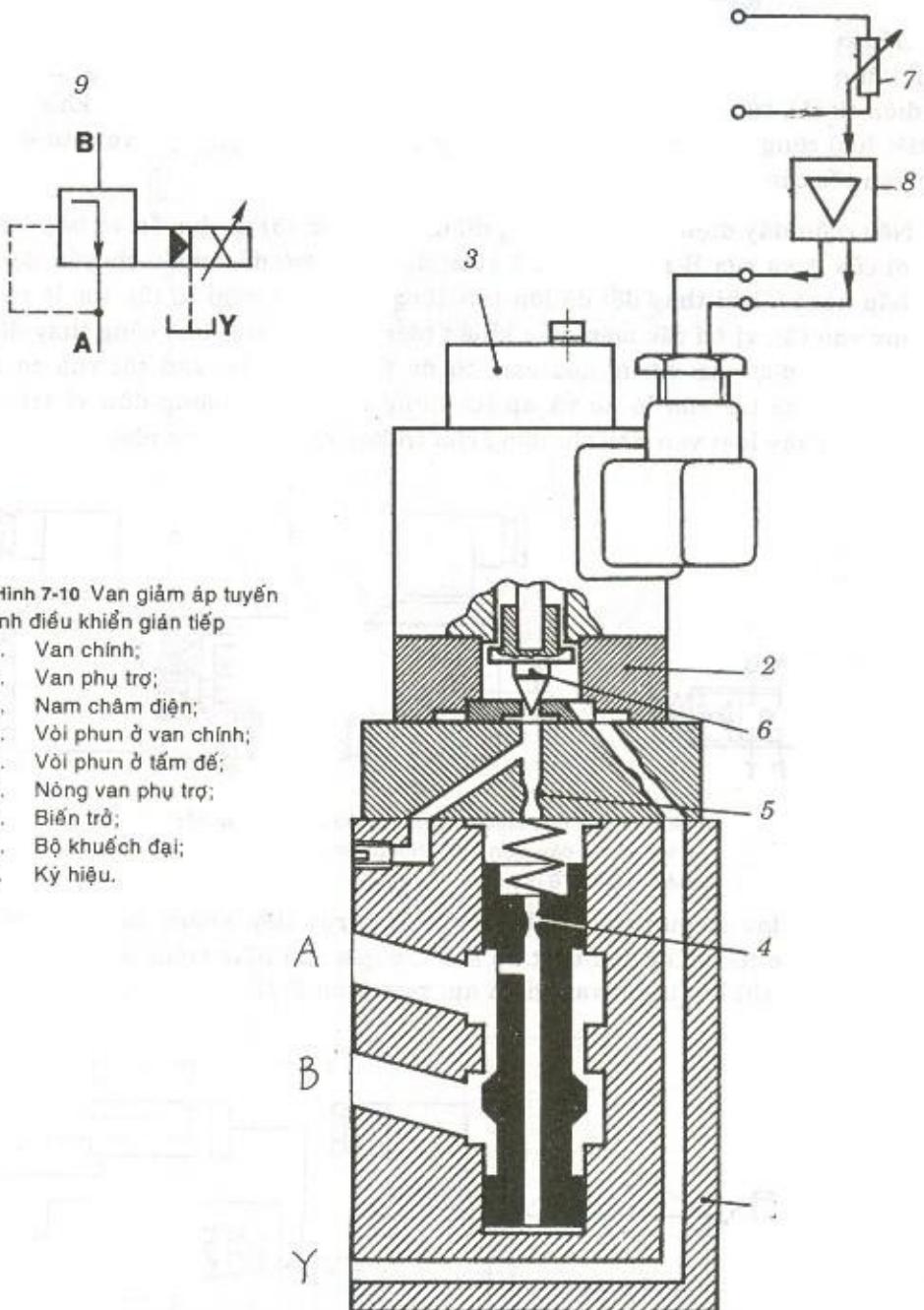
Van đảo chiều tuyến tính có 2 nhiệm vụ:

- Thay đổi chiều chuyển động của cơ cấu chấp hành;
- Thay đổi vô cấp vận tốc của cơ cấu chấp hành, thay đổi gia tốc trong quá trình khởi động và dừng lại.

2. Phân loại

Van đảo chiều tuyến tính chia thành 2 loại:

- Van đảo chiều tuyến tính điều khiển trực tiếp
- Van đảo chiều tuyến tính điều khiển gián tiếp



Hình 7-10 Van giảm áp tuyến tính điều khiển gián tiếp

1. Van chính;
2. Van phụ trợ;
3. Nam châm điện;
4. Vòi phun ở van chính;
5. Vòi phun ở tẩm đế;
6. Nòng van phụ trợ;
7. Biến trở;
8. Bộ khuếch đại;
9. Ký hiệu.

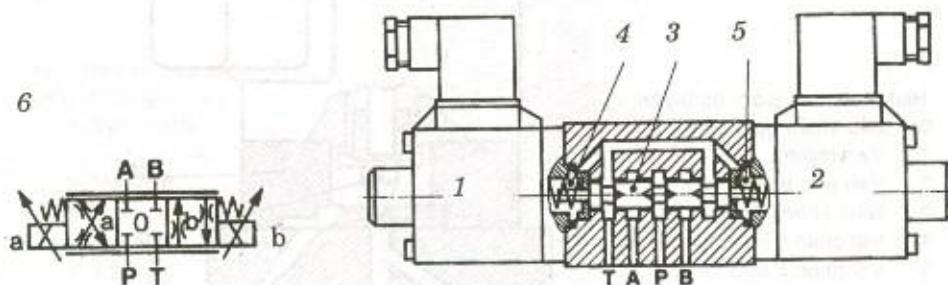
3. Van đảo chiều tuyến tính điều khiển trực tiếp

a) Van đảo chiều tuyến tính điều khiển trực tiếp không có phản hồi

Van đảo chiều tuyến tính điều khiển trực tiếp không có phản hồi được biểu diễn ở hình 7. 11. Nếu 2 cuộn dây điện từ (1) và (2) không có điện, nòng van (3) nằm ở vị trí giữa được định vị bởi 2 lò xo (4) và (5) ở hai phía nòng van. Tất cả các mép điều khiển đều bị đóng và các cửa P, A, B và T bị chặn.

Nếu cuộn dây điện từ (1) có dòng điện, nòng van (3) di chuyển về bên phải. Cửa P nối với cửa B và cửa A nối với cửa T. Khi thay đổi độ lớn của dòng điện vào cuộn dây điện từ (1), tức là thay đổi vị trí nòng van (3), vị trí các mép điều khiển (dóng vai trò tiết lưu) cũng thay đổi và như vậy thay đổi được lưu lượng qua van, từ đó thay đổi được vận tốc của cơ cấu chấp hành.

Nếu cuộn dây điện từ (2) có dòng điện, nòng van (3) di chuyển về bên trái. Cửa P nối với cửa A và cửa B nối với cửa T (van đóng vai trò đảo chiều chuyển động của cơ cấu chấp hành). Khi thay đổi độ lớn của dòng điện vào cuộn từ (2), tức là thay đổi vị trí nòng van (3), vị trí các mép điều khiển (dóng vai trò tiết lưu) cũng thay đổi và như vậy thay đổi được lưu lượng qua van, từ đó thay đổi được vận tốc của cơ cấu chấp hành. Độ chậm trễ của lò xo và áp lực dòng chảy ảnh hưởng đến vị trí của nòng van (3). Bởi vậy loại van này chỉ dùng cho trường hợp lưu lượng nhỏ.

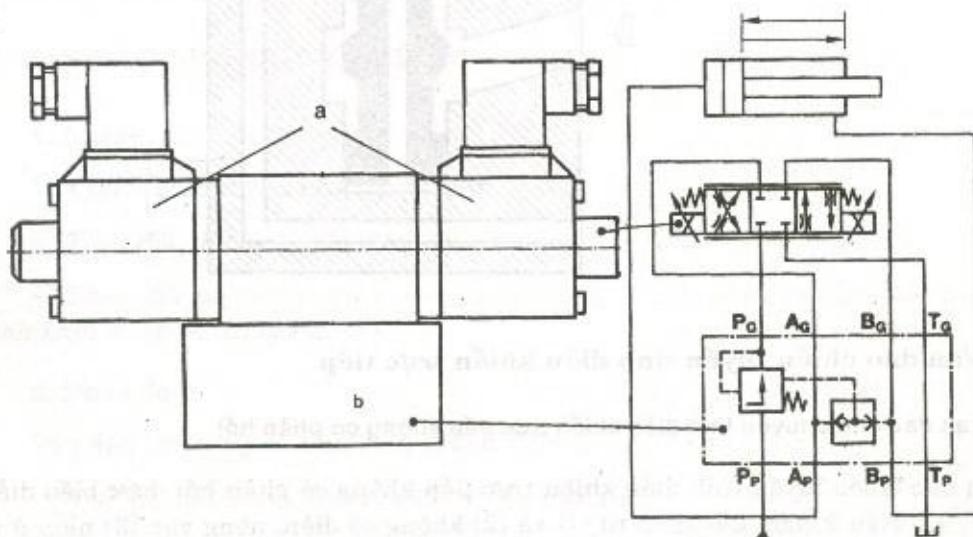


Hình 7.11 Van đảo chiều tuyến tính điều khiển trực tiếp

1,2. Cuộn dây điện từ; 3. Nòng van;

4,5. Lò xo. 6. Ký hiệu.

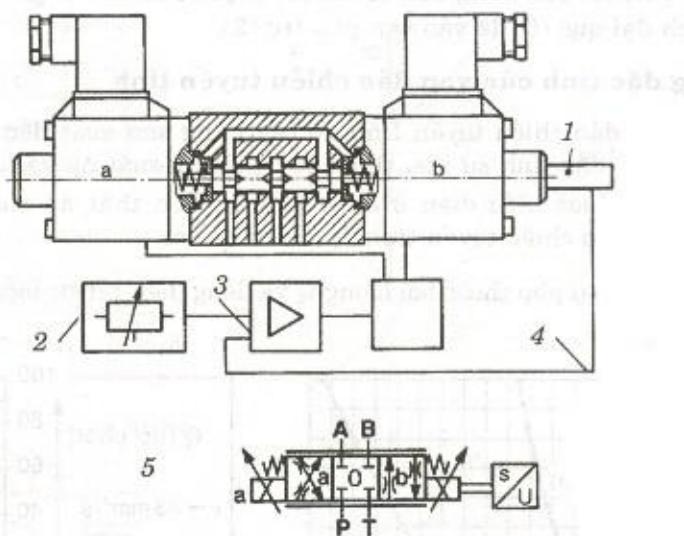
Nếu van đảo chiều tuyến tính điều khiển trực tiếp không có phản hồi có chức năng như bộ ổn tốc và để tổn thất áp suất Δp qua van nằm trong khoảng cho phép từ 5 bar ÷ 20 bar, thì lắp thêm van giảm áp, xem hình 7-12.



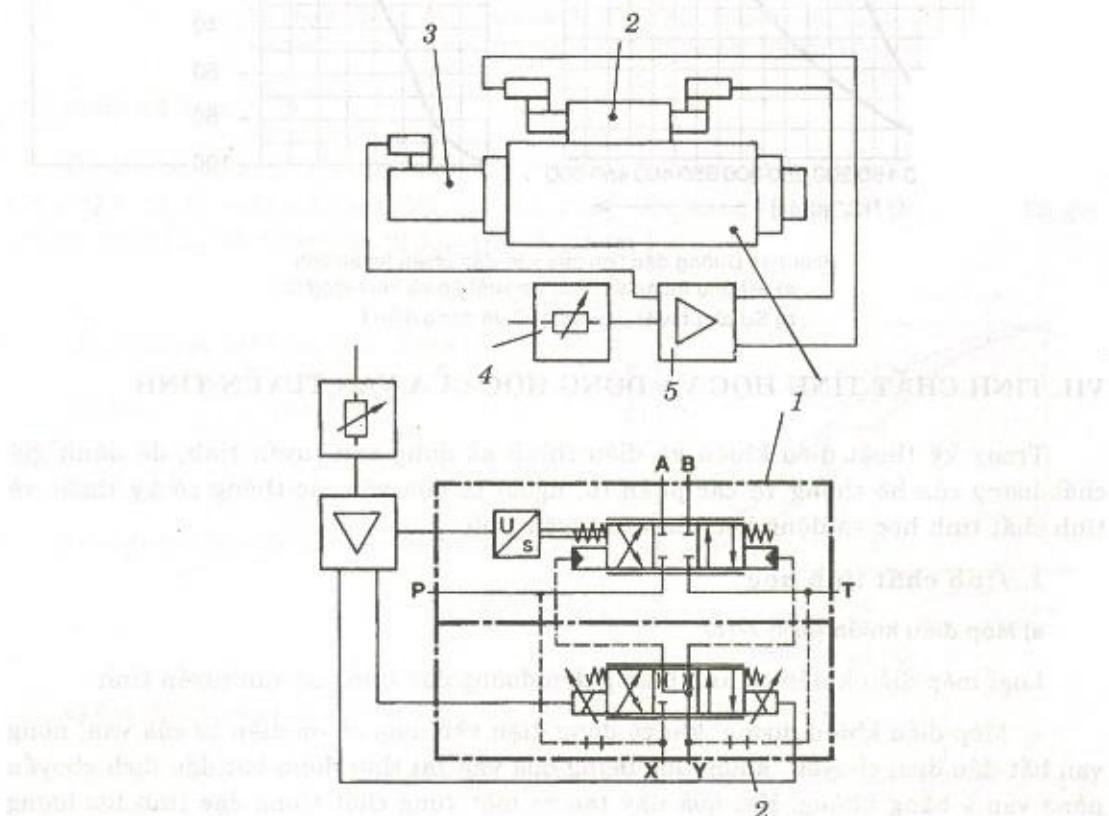
Hình 7.12 Van đảo chiều tuyến tính điều khiển trực tiếp không có phản hồi kết hợp với van giảm áp
a) Cuộn dây điện từ; b) Van giảm áp và van logic OR.

b) Van đảo chiều tuyến tính điều khiển trực tiếp có phản hồi (hình 7-13)

Nòng van trong quá trình dịch chuyển được đo lại bởi cơ cấu đo lường (1), giá trị đo được so sánh với giá trị yêu cầu (2) bởi bộ so sánh và điều chỉnh (3) thông qua mạch phản hồi (4).



Hình 7.13 Van đảo chiều tuyến tính điều khiển trực tiếp có phản hồi
 1. Cơ cấu đo vị trí nòng van s; 2. Biến trở; 3. Bộ khuếch đại và điều chỉnh;
 4. Mạch phản hồi; 5. Ký hiệu; a, b. Cuộn dây điện từ.



Hình 7-14 Van đảo chiều tuyến tính điều khiển gián tiếp có phản hồi

1. Van chính; 2. Van phụ trợ; 3. Cơ cấu đo lường; 4. Biến trở; 5. Bộ khuếch đại.

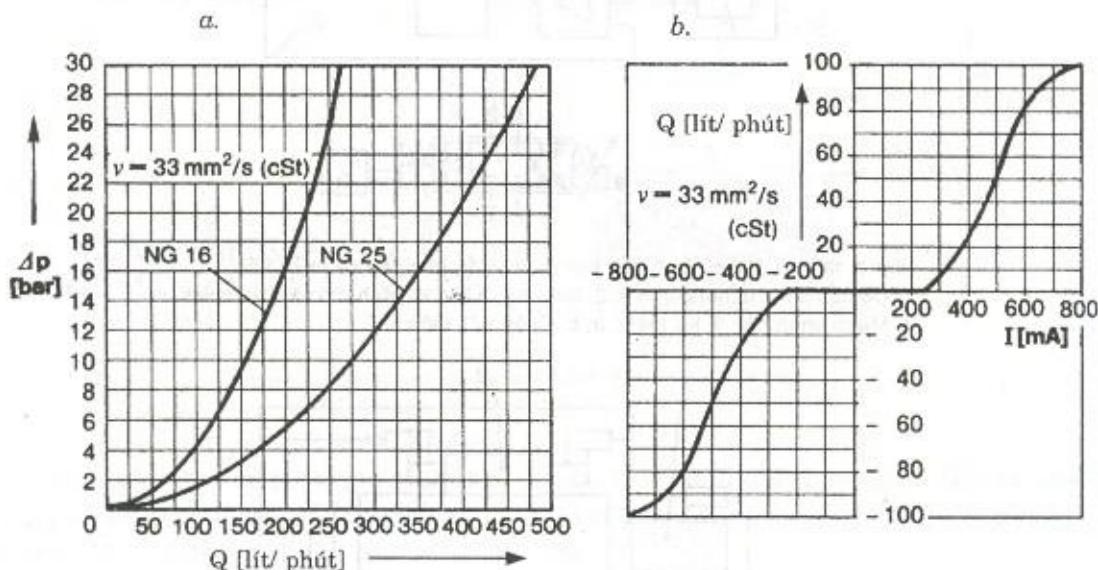
4. Van đảo chiều tuyến tính điều khiển gián tiếp có phản hồi (hình 7-14)

Đối với hệ thống thủy lực có lưu lượng lớn, người ta sử dụng van đảo chiều tuyến tính điều khiển gián tiếp (2 cấp) gồm: van chính (1) và van phụ trợ (2). Tín hiệu từ cảm biến đo lường vị trí (3) của nòng van chính (1) được so sánh với giá trị yêu cầu (4), sau đó được khuếch đại qua (5) để vào van phụ trợ (2).

5. Đường đặc tính của van đảo chiều tuyến tính

Mỗi loại van đảo chiều tuyến tính do các hãng sản xuất đều có đường đặc tính riêng. Ví dụ đường đặc tính sự phụ thuộc tổn thất áp suất Δp và lưu lượng Q của van NG 16 và NG 25 được biểu diễn ở hình 7-15 a. Tổn thất áp suất cho phép thông thường trong van đảo chiều tuyến tính $\Delta p = 5 \div 20$ bar.

Đường đặc tính sự phụ thuộc lưu lượng Q và dòng điện I được biểu diễn ở hình 7-15b.



Hình 7-15 Đường đặc tính của van đảo chiều tuyến tính

- a) Sự phụ thuộc tổn thất áp suất Δp và lưu lượng Q;
- b) Sự phụ thuộc lưu lượng Q và dòng điện I.

VII. TÍNH CHẤT TĨNH HỌC VÀ ĐỘNG HỌC CỦA VAN TUYẾN TÍNH

Trong kỹ thuật điều khiển và điều chỉnh sử dụng van tuyến tính, để đánh giá chất lượng của hệ thống và các phần tử, người ta dựa vào các thông số kỹ thuật và tính chất tĩnh học và động học của van tuyến tính.

1. Tính chất tĩnh học

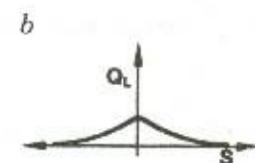
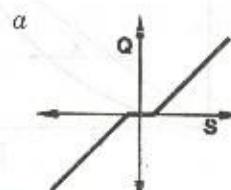
a) Mép điều khiển (hình 7-16)

Loại mép điều khiển có ảnh hưởng đến đường đặc tính của van tuyến tính.

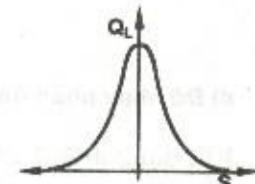
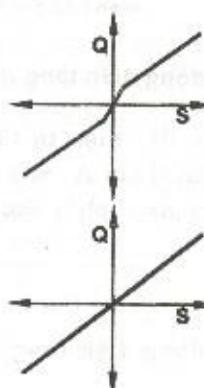
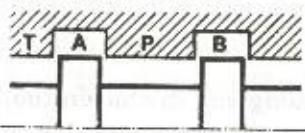
– Mép điều khiển dương: khi có dòng điện vào nam châm điện từ của van, nòng van bắt đầu dịch chuyển, nhưng lưu lượng qua van tại thời điểm bắt đầu dịch chuyển nòng van vẫn bằng không. Kết quả này tạo ra một vùng chết trong đặc tính lưu lượng của van. Lưu lượng rò rỉ của van Q_L có giá trị nhỏ.

- Mèp điều khiển bằng không: đường đặc tính lưu lượng là đường thẳng.
- Mèp điều khiển âm: đường đặc tính lưu lượng là đường thẳng gãy khúc. Lưu lượng rò rỉ của van Q_L có giá trị lớn.

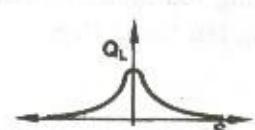
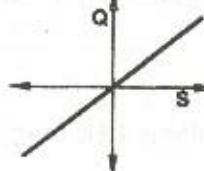
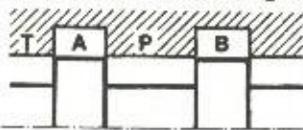
- Mèp điều khiển dương



- Mèp điều khiển âm



- Mèp điều khiển bằng không



Hình 7-16 Sự phụ thuộc Q , Q_L và độ dịch chuyển s của van tuyến tính

a) Sự phụ thuộc lưu lượng qua van Q và độ dịch chuyển nòng van s ;

b) Sự phụ thuộc lưu lượng rò rỉ của van Q_L và độ dịch chuyển nòng van s .

b) Độ trễ (hình 7-17)

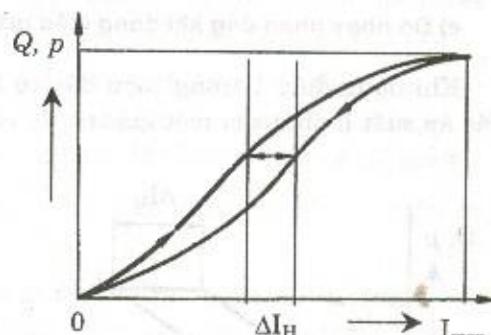
Độ trễ là độ sai lệch lớn nhất của tín hiệu vào (sai lệch dòng điện ΔI_H) với lưu lượng Q hoặc áp suất p không đổi, khi cho dòng điện tăng lên từ giá trị $I = 0$ đến giá trị lớn nhất I_{max} và ngược lại từ I_{max} trở về giá trị $I = 0$.

Độ trễ được biểu thị dưới dạng [%]:

$$\text{Độ trễ} = \frac{\Delta I_H}{I_N} \cdot 100 \%$$

Trong đó:

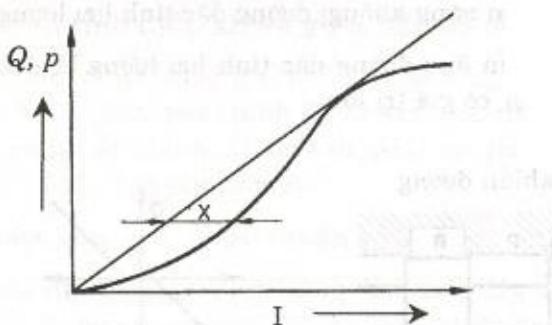
I_N – dòng điện định mức (danh định)



Hình 7-17 Độ trễ

c) Sai lệch tuyến tính (hình 7-18)

Sai lệch tuyến tính X là độ lệch lớn nhất của đường đặc tính giá trị thực (p hoặc Q) và đường thẳng.



Hình 7-18 Sai lệch tuyến tính

d) Độ nhạy phản ứng khi dòng điện tăng (hình 7-19)

Khi dòng điện I vào cuộn dây điện từ tăng, thì nòng van di chuyển tương ứng với lưu lượng Q hoặc áp suất p tại điểm A. Sau đó dòng điện I được tăng lên giá trị mới, nhưng lưu lượng Q hoặc áp suất p phải sau một giá trị ΔI_A của dòng điện I thì mới tăng lên tương ứng.

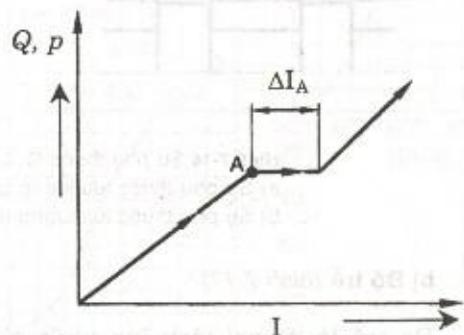
Độ nhạy phản ứng khi dòng điện tăng
được biểu thị dưới dạng [%]:

Độ nhạy phản ứng khi I tăng

$$= \frac{\Delta I_A}{I_N} \cdot 100 \%$$

Trong đó:

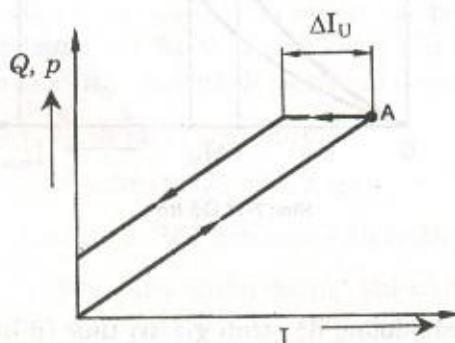
I_N – dòng điện định mức (danh định)



Hình 7-19 Độ nhạy phản ứng khi dòng điện tăng

e) Độ nhạy phản ứng khi dòng điện giảm (hình 7-20)

Khi dòng điện I trong cuộn dây từ bắt đầu giảm tại điểm A, nhưng lưu lượng Q hoặc áp suất p phải sau một giá trị ΔI_U của dòng điện I thì mới giảm tương ứng.



Độ nhạy phản ứng khi I giảm

$$= \frac{\Delta I_U}{I_N} \cdot 100 \%$$

Trong đó:

I_N – dòng điện định mức (danh định)

Hình 7-20 Độ nhạy phản ứng khi dòng điện giảm

2. Đặc tính động học của van tuyến tính

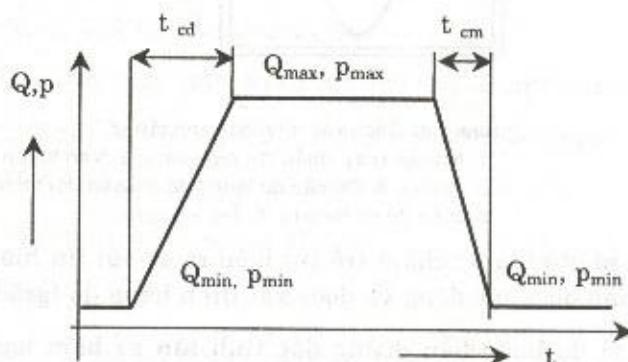
Nhiều ứng dụng yêu cầu van tuyến tính không chỉ chuyển đổi tín hiệu vào bằng điện chính xác, mà thời gian chuyển đổi phải rất nhanh và tốc độ làm việc của van ứng với tần số giới hạn cao.

Đặc tính động học của van tuyến tính được biểu diễn dưới 2 dạng đồ thị:

- *Đặc tính quá độ (chuyển tiếp).*
- *Đặc tính tần số.*

a) Đặc tính quá độ (chuyển tiếp)

Đặc tính quá độ là thời gian cần thiết t_{cd} để lưu lượng Q (đối với van đảo chiều tuyến tính) hoặc áp suất p (đối với van áp suất tuyến tính) đạt được giá trị từ Q_{min} đến Q_{max} hoặc p_{min} đến p_{max} và thời gian ngược lại t_{cm} , xem hình 7-21.



Hình 7-21 Đặc tính quá độ

b) Đặc tính tần số

Để xác định đặc tính tần số, van tuyến tính (2) được cấp bởi nguồn tín hiệu vào hình sin (1), tín hiệu ra là độ dịch chuyển của xilanh (3), qua cơ cấu đo lường và chuyển đổi tín hiệu (4), hình ảnh ghi lại qua máy ghi dao động, xem hình 7-22.

Khi thay đổi tần số tín hiệu vào (1), thì biên độ tín hiệu ra (5) thay đổi. Sự thay đổi đó gọi là *đường đặc tính tần số - biên độ* (gọi tắt là *đường đặc tính tần số biên*). Ở hình 7-22 khi tần số tín hiệu vào (1) tăng, thì biên độ của tín hiệu ra (5) giảm.

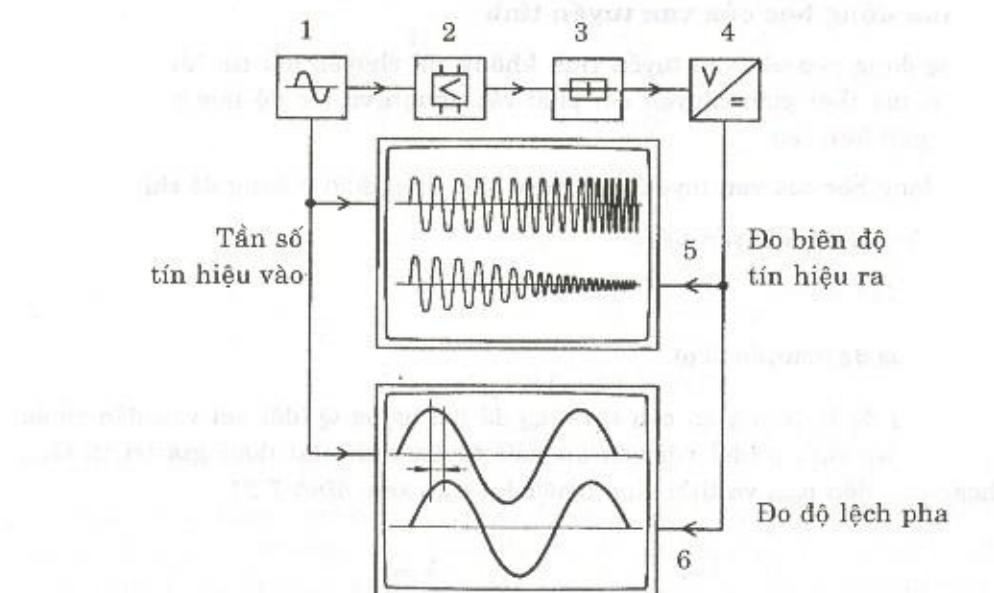
Tại thời điểm cho tín hiệu vào, ta xác định được độ lệch pha của tín hiệu ra (6). Sự thay đổi đó gọi là *đường đặc tính tần số - pha*.

- *Đặc tính tần số biên logarit*: trong kỹ thuật điều chỉnh, người ta thường biểu diễn t phụ thuộc tỷ số biên độ $A(j\omega)$ của tín hiệu ra và tín hiệu vào trong đơn vị dB (decibel):

$$\text{Decibel [dB]} = 20 \cdot A(j\omega) = 20 \times \log \frac{\text{Biên độ tín hiệu ra}}{\text{Biên độ tín hiệu vào}}$$

và *tần số* thay đổi tương ứng.

Đường đặc tính đó gọi là *đặc tính tần số biên logarit*.

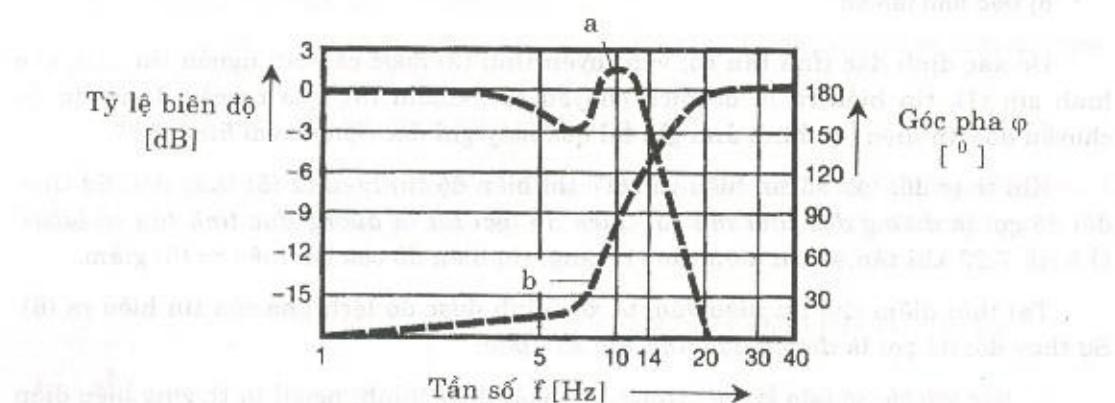


Hình 7-22 Cách xác định đặc tính tần số

1. Nguồn xoay chiều (tín hiệu vào); 2. Van tuyển tính;
3. Xilanh; 4. Cơ cấu đo lường và chuyển đổi tín hiệu;
5. Biên độ tín hiệu ra; 6. Độ lệch pha.

– **Đặc tính tần số pha**: là sự chệch trễ tín hiệu ra so với tín hiệu vào tính tại thời điểm khi tín hiệu vào được tác động và được xác định bằng độ (grad).

Hình 7-23 là ví dụ biểu diễn đường đặc tính tần số biên logarit và đường đặc tính tần số pha logarit. Ta thấy rằng, tỷ lệ biên độ giảm xuống giá trị -3 dB tương ứng với tần số là $f = 14 \text{ Hz}$ và góc pha $\varphi = 90^\circ$ tương ứng tần số $f = 10 \text{ Hz}$.



Hình 7-23 Đặc tính tần số - biên- pha logarit

- a) Đặc tính tần số biên logarit;
- b) Đặc tính tần số pha logarit.

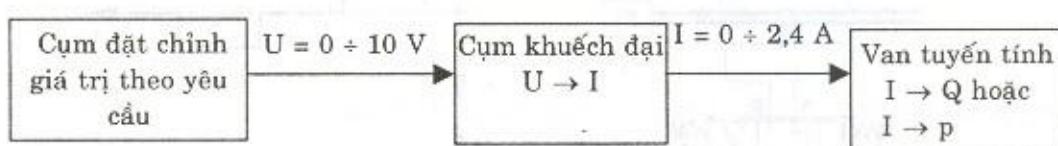
VIII. BỘ ĐIỀU CHỈNH VAN TUYẾN TÍNH

Dòng điện để điều chỉnh các van áp suất tuyển tính và van đảo chiều tuyển tính thường sử dụng là dòng điện một chiều, có giá trị điều chỉnh từ $0 \div 800 \text{ mA}$ hoặc đến

giá trị lớn nhất $I_{max} = 2400 \text{ mA}$ tùy theo từng loại van sử dụng. Để mỗi một giá trị dòng điện điều chỉnh được ổn định tương ứng với các giá trị biến đổi của hiệu điện thế, nhất thiết phải cần *bộ điều chỉnh*.

Theo chức năng *bộ điều chỉnh* gồm 2 cụm, xem *hình 7-24*:

- *Cụm đặt chỉnh giá trị theo yêu cầu.*
- *Cụm khuếch đại.*



Hình 7-24 Dòng tín hiệu giữa bộ điều chỉnh và van tuyến tính

1. Cụm đặt chỉnh giá trị theo yêu cầu

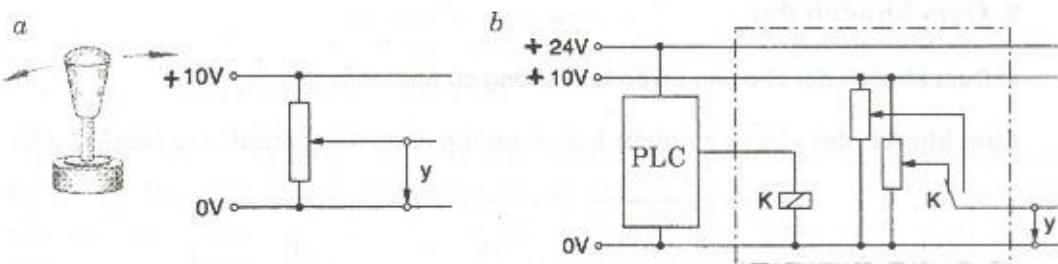
Cụm đặt chỉnh giá trị theo yêu cầu có các chức năng chính sau:

- *Chức năng đặt chỉnh chương trình ở bên trong và bên ngoài vào;*
- *Chức năng đặt chỉnh chương trình cho tín hiệu vào dốc;*
- *Thực hiện chương trình theo chu kỳ;*
- *Đóng hở dừng.*

Hiệu điện thế U cho giá trị đặt chỉnh được biến đổi trong các giá trị sau:

- Từ $0V \div 10V$ cho van áp suất và van tiết lưu tuyến tính;
- Từ $-10V \div 10V$ cho van đảo chiều tuyến tính.

Đại lượng đặt chỉnh y có thể được tạo ra theo nhiều cách khác nhau, xem *hình 7-25*.



Hình 7-25 Nguyên tắc tạo ra đại lượng đặt chỉnh

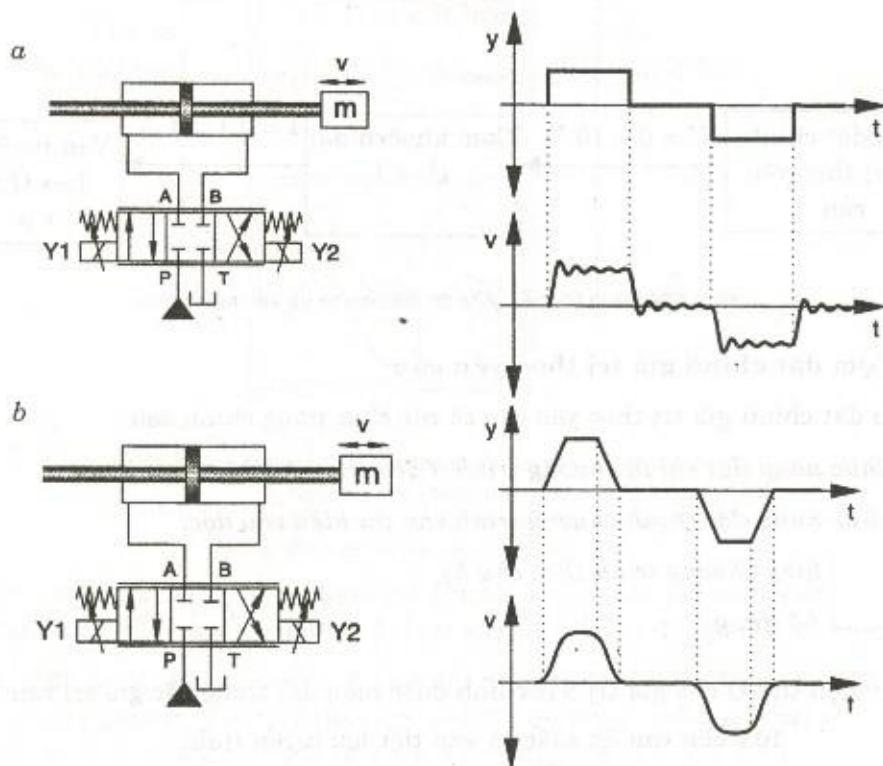
a) Bằng biến trở;

b) Tín hiệu ra từ bộ lập trình PLC (Programmable Logic Control).

Để cơ cấu chấp hành (xilanh) làm việc êm, không bị rung động trong quá trình chuyển động và vận tốc trong quá trình khởi động hay hãm lại thay đổi được, đại lượng đặt chỉnh y phải được chuyển đổi từ tín hiệu bậc thang thành tín hiệu vào dốc, xem *hình 7-26*.

Nguyên tắc chuyển đổi tín hiệu vào dốc có thể được thực hiện với nhiều cách khác nhau:

- Ở cụm khuếch đại;
- Mạch riêng biệt đặt giữa cụm đặt chỉnh và cụm khuếch đại;
- Bằng lập trình PLC với tín hiệu ra tương tự.



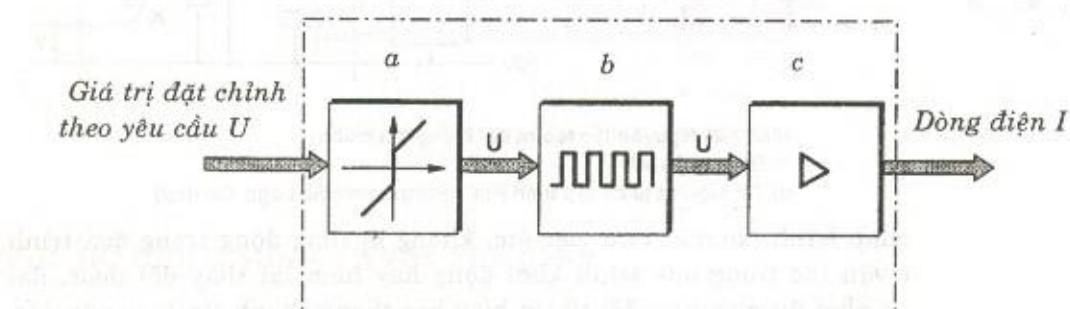
Hình 7-26 Chuyển động của xilanh

- a) Đại lượng đặt chỉnh y là tín hiệu bậc thang;
b) Đại lượng đặt chỉnh y là tín hiệu vào dốc.

2. Cụm khuếch đại

a) Cụm khuếch đại cho van tuyến tính không có phản hồi

Cụm khuếch đại không có phản hồi có những chức năng chính sau (hình 7-27):



Hình 7-27 Cụm khuếch đại không có phản hồi

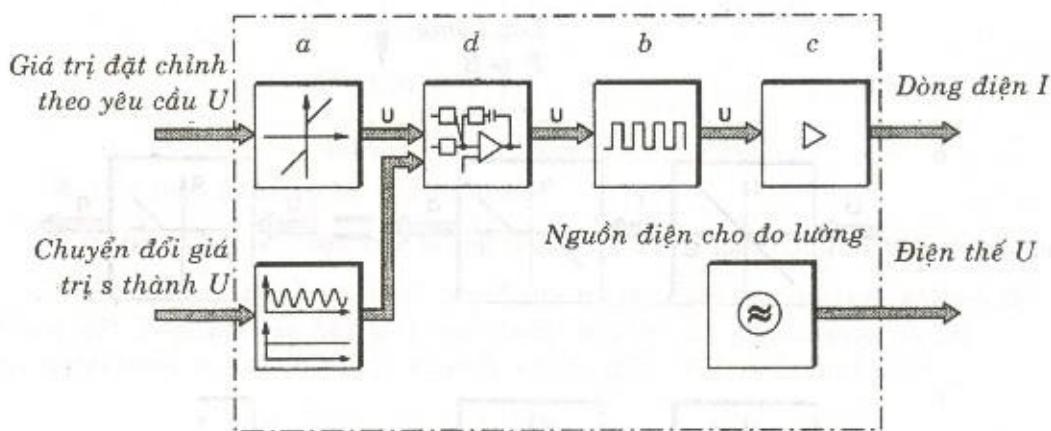
- a) Hiệu chỉnh giá trị bù đường đặc tính van;
b) Điều chỉnh chiều dài xung; c) Khuếch đại tín hiệu.

- Hiệu chỉnh giá trị để bù vào vùng chết của đường đặc tính van tuyến tính;
- Điều chỉnh chiều dày xung của giá trị U ;
- Khuếch đại tín hiệu để đạt công suất yêu cầu.

b) Cụm khuếch đại cho van tuyến tính có phản hồi

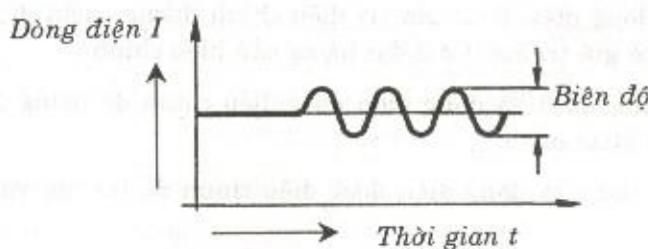
Đối với van tuyến tính có phản hồi, cụm khuếch đại có thêm một số chức năng sau (hình 7-28):

- Nguồn điện: cung cấp cho cơ cấu đo lường;
- Cơ cấu chuyển đổi dạng tín hiệu độ dịch chuyển nòng van s thành dạng tín hiệu điện U ;
- Cơ cấu điều chỉnh: so sánh giá trị đặt chỉnh theo yêu cầu và giá trị thực là độ dịch chuyển nòng van s dưới dạng tín hiệu điện.



c) Hiệu ứng rung động (Hiệu ứng Dither)

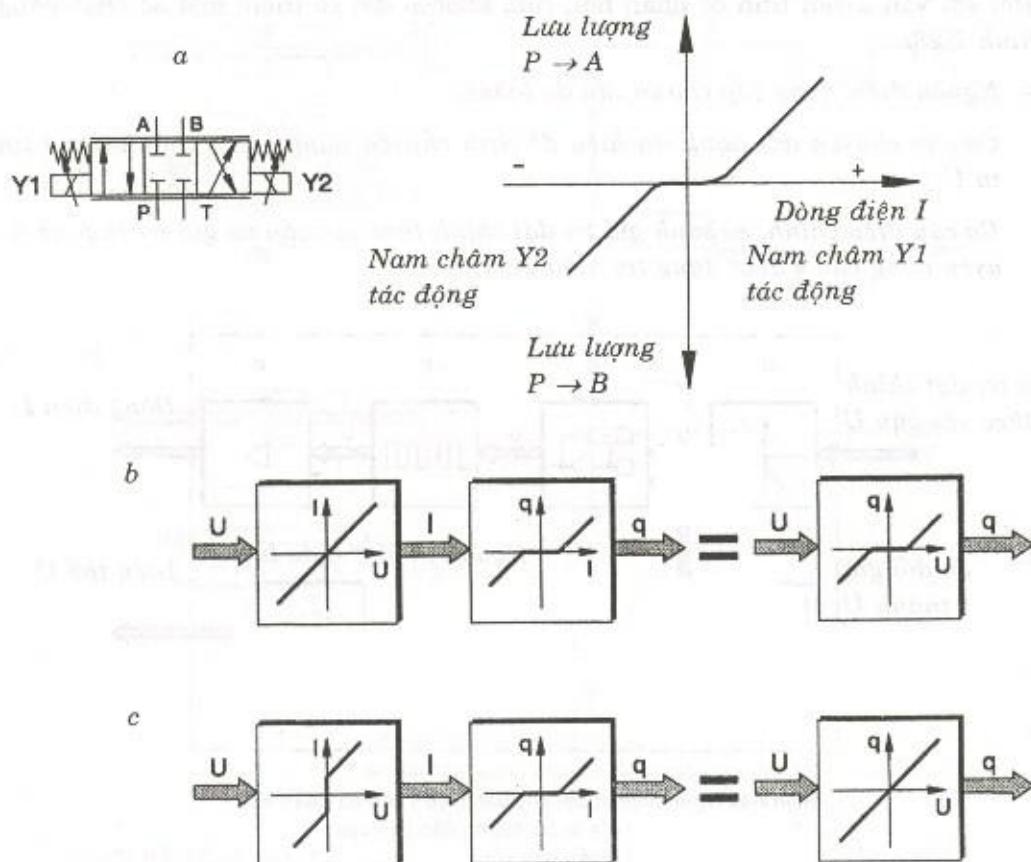
Để giảm ảnh hưởng do ma sát của nòng van khi chuyển động và độ trễ của van, người ta tác động với tần số cao và quá trình này gọi là *hiệu ứng rung động* (*hiệu ứng Dither*), xem hình 7-29. Biên độ của hiệu ứng rung động có độ lớn bằng 20 % của biên độ dòng điện định danh. Tần số của hiệu ứng rung động là 50 Hz hoặc 250 Hz.



Hình 7-29 Hiệu ứng rung động (hiệu ứng Dither)

d) Hiệu chỉnh để bù vào vùng chết của đường đặc tính van tuyến tính

Hình 7-30a. biểu diễn đường đặc tính van đảo chiều tuyến tính với mép điều khiển dương. Nếu kết hợp bộ khuếch đại điều khiển van có đường đặc tính là đường thẳng, thì vùng chết luôn tồn tại (hình 7-30 b). Nếu bộ khuếch đại có đường đặc tính là đường thẳng gãy khúc, thì khu vực chết của van không tồn tại (hình 7-30 c).



Hình 7-30 Hiệu chỉnh để bù vào vùng chết của đường đặc tính van

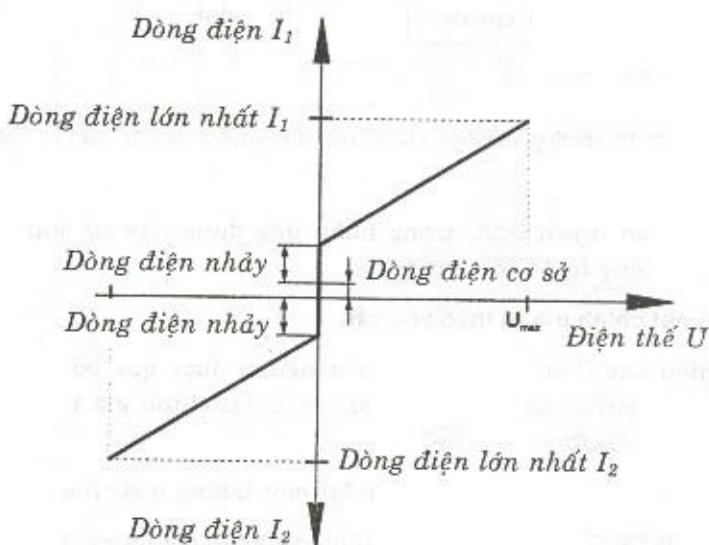
- Đường đặc tính van đảo chiều tuyến tính với mép điều khiển dương;
- Đường đặc tính bộ khuếch đại kết hợp van tuyến tính có vùng chết;
- Đường đặc tính bộ khuếch đại kết hợp van tuyến tính không có vùng chết.

e) Hiệu chỉnh đường đặc tính khuếch đại

Hình 7-31 biểu diễn đường đặc tính của bộ khuếch đại hai hướng. Cuộn điện từ (1) được cung cấp dòng điện I_1 có giá trị điều chỉnh dương, cuộn điện từ (2) cho tín hiệu điều chỉnh I_2 có giá trị âm. Có 3 đại lượng cần hiệu chỉnh:

- *Dòng điện lớn nhất*: là dòng điện được điều chỉnh để tương ứng với mỗi một loại van tuyến tính khác nhau.
- *Dòng điện nhảy*: là dòng điện được điều chỉnh để bù vào vùng chết của tuyến tính.

- *Dòng điện cơ sở*: do dung sai sản xuất và khi lắp ráp van tuyến tính, đôi khi nòng van có thể không nằm chính xác ở vị trí giữa khi cả hai cuộn từ không có dòng điện. Ảnh hưởng này có thể được khắc phục bằng *hiệu chỉnh dòng điện cơ sở*.

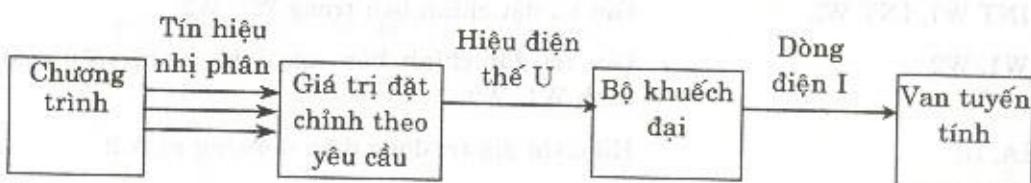


Hình 7-31 Hiệu chỉnh đường đặc tính khuếch đại

3. Các loại kết cấu bộ điều chỉnh

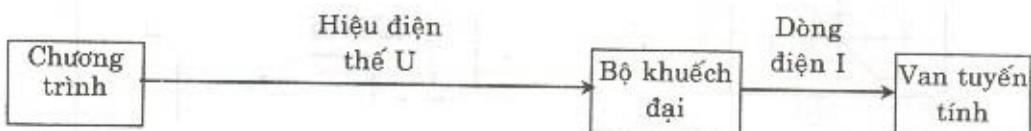
Tùy theo dạng tín hiệu vào: nhị phân, tương tự, bộ điều chỉnh có 3 loại kết cấu.

- Bộ điều chỉnh có *cụm đặt chỉnh giá trị theo yêu cầu* và *cụm khuếch đại* lắp riêng biệt. Loại kết cấu này xử lý các dạng tín hiệu nhị phân: ví dụ tín hiệu từ công tắc hành trình hay tín hiệu nhị phân từ bộ lập trình PLC, xem hình 7-32.



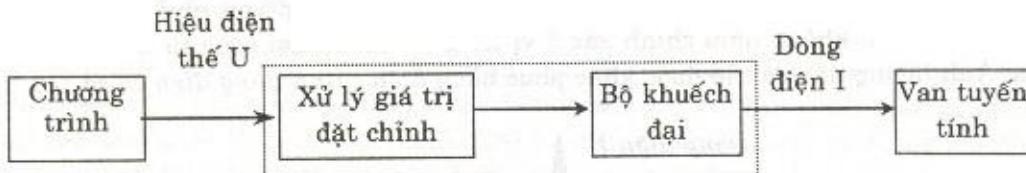
Hình 7-32 Cụm đặt chỉnh giá trị theo yêu cầu và cụm khuếch đại lắp riêng biệt

- Nếu tín hiệu ra là tương tự, ví dụ từ bộ lập trình PLC, bộ điều chỉnh chỉ cần *cụm khuếch đại*, xem hình 7-33.



Hình 7-33 Cụm khuếch đại

- Bộ điều chỉnh có *cụm đặt chỉnh giá trị theo yêu cầu* và *cụm khuếch đại* lắp thành 1 khối hay được sử dụng, xem hình 7-34.



Hình 7-34 Cụm đặt chỉnh giá trị theo yêu cầu và cụm khuếch đại lắp thành 1 khối

4. Ví dụ ứng dụng

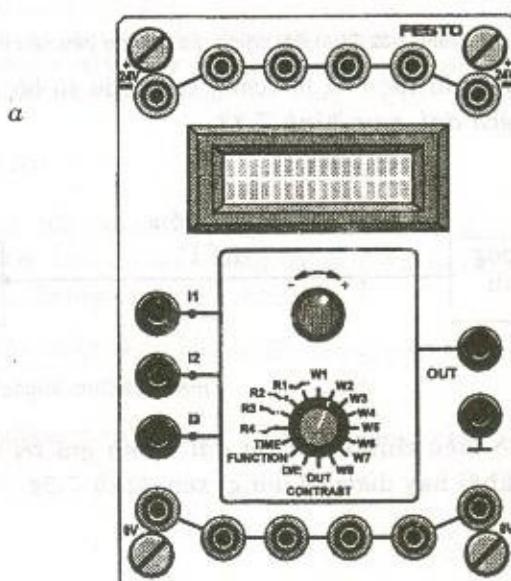
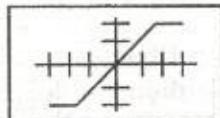
Để điều khiển van tuyển tính, trong phần ứng dụng này sử dụng bộ điều chỉnh của Hãng FESTO – Cộng hòa Liên bang Đức.

a) Card (cụm) đặt chỉnh giá trị theo yêu cầu

Tất cả tín hiệu vào (bên trong hoặc bên ngoài) được qua bởi *nút chọn* và *nút xoay* ở mặt trước của card. Các chức năng của card đặt chỉnh giá trị theo yêu cầu như sau (hình 7-35 và hình 7-36):

FUNCTION	Khuếch đại một hướng hoặc hai hướng;
IA BASIC, IB BASIC	Dòng điện cơ sở cho đường ra A, B;
IA JUMP, IB JUMP	Dòng điện nhảy cho đường ra A, B;
IA MAX, IB MAX	Dòng điện lớn nhất cho đường ra A, B;
DITHERFREQ	Tần số dao động Dither;
CONTRAST	Độ chỉnh hình ảnh ở màn hình;
G/E	Lựa chọn ngôn ngữ : Đức hoặc Anh;
INT W1, INT W2	Giá trị đặt chỉnh bên trong W1, W2;
W1, W2	Giá trị đặt chỉnh bên ngoài hiển thị trên màn hình W1, W2;
IA, IB	Hiển thị giá trị dòng điện ở đường ra A,B.

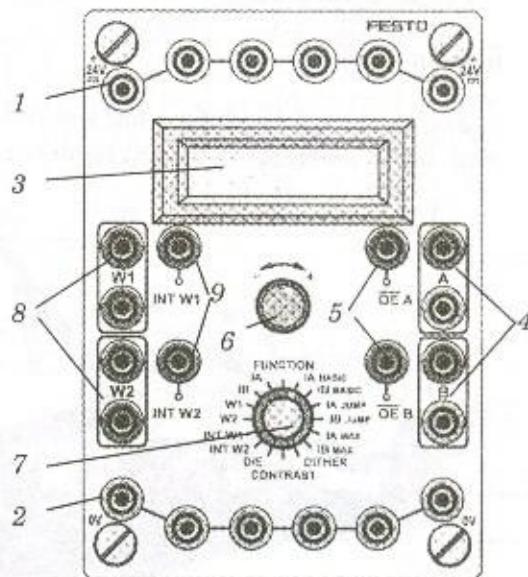
b



Hình 7-35 Card đặt chỉnh giá trị theo yêu cầu
a) Cấu tạo; b) Ký hiệu.

b) Card khuếch đại

Chức năng của card khuếch đại biểu diễn ở hình 7-36.



Hình 7-36 Card khuếch đại

1. Hiệu điện thế cung cấp 24 VDC;
2. Hiệu điện thế cung cấp 0 VDC;
3. Bảng hiển thị;
4. Cổng ra A và B;
5. Cổng ra A và B (nhập bằng tay);
6. Nút xoay;
7. Nút chọn;
8. Giá trị đặt chỉnh bên trong;
9. Giá trị đặt chỉnh bên ngoài vào;
10. Ký hiệu.

c) Cách điều chỉnh card giá trị đặt chỉnh

Ví dụ: khi piston chuyển động, vận tốc và chiều thay đổi được biểu diễn ở hình 7-37. Yêu cầu thời gian đảo chiều là 3 s. Tại các thời điểm tương ứng vị trí (1), bắt đầu lùi về (2), vị trí (3) và vị trí (4), piston chuyển động với vận tốc chậm (hâm).

Cách điều chỉnh các giá trị đặt chỉnh như sau:

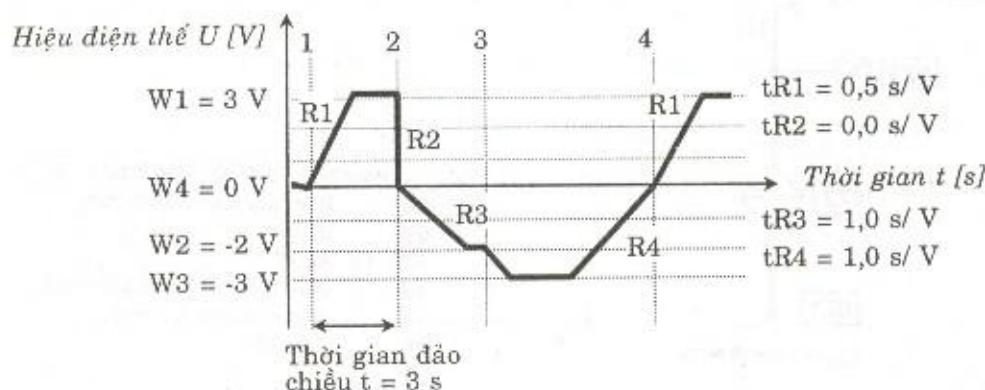
- Chọn 4 giá trị bên trong W1 ÷ W4:

$$W1 = 3,0V$$

$$W2 = -2,0V$$

$$W3 = -3,0V$$

$$W4 = 0,0 V$$

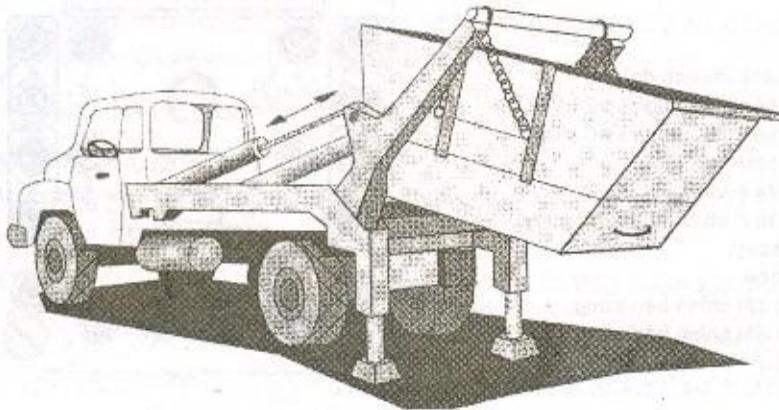


Hình 7-37 Đồ thị đặt chỉnh hiệu điện thế U theo thời gian t

- Thời gian: đảo chiều $t = 3s$
- Thời gian vào dốc:
 $tR1 = 0,5s/V; tR2 = 0,0 s/V; tR3 = 1,0 s/V; tR4 = 1,0 s/V.$

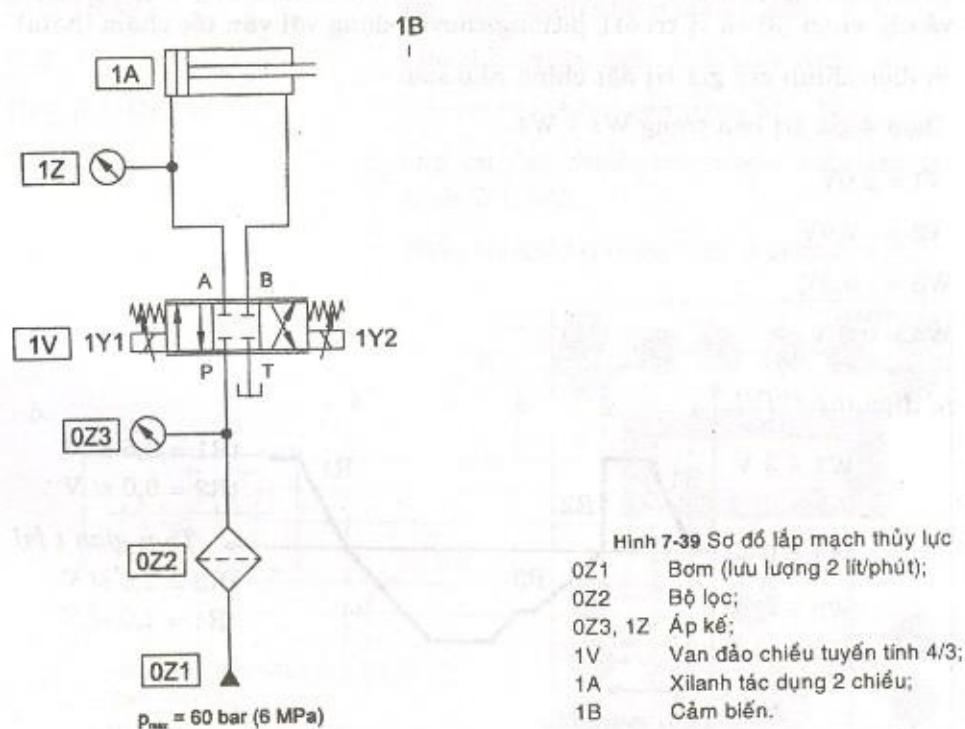
d) Ví dụ minh họa

Xe tải nâng hạ được điều khiển bằng van đảo chiều thủy lực tuyến tính. Yêu cầu là trong quá trình hạ và nâng, tại vị trí cuối hành trình xilanh phải được hãm (*hình 7-38*).



Hình 7-38 Xe tải nâng hạ

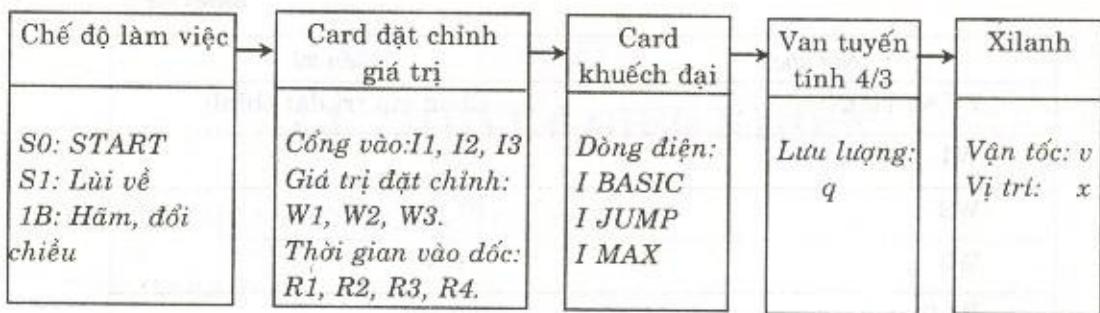
- Sơ đồ lắp mạch thủy lực của xe tải nâng hạ, xem *hình 7-39*.



Hình 7-39 Sơ đồ lắp mạch thủy lực

- | | |
|---------|-------------------------------|
| 0Z1 | Bơm (lưu lượng 2 lít/phút); |
| 0Z2 | Bộ lọc; |
| 0Z3, 1Z | Áp kế; |
| 1V | Van đảo chiều tuyến tính 4/3; |
| 1A | Xilanh tác dụng 2 chiều; |
| 1B | Cảm biến. |

- Sơ đồ khối mạch điều khiển biểu diễn ở hình 7-40.



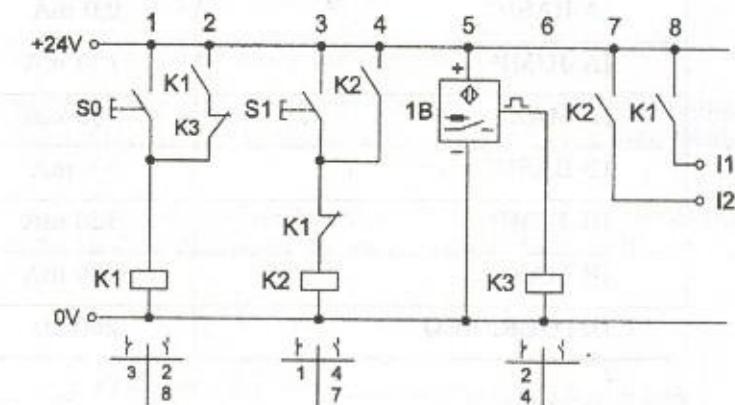
Hình 7-40 Sơ đồ khối mạch điều khiển xe tải nâng hạ

- Bảng điều khiển được biểu diễn trong bảng 7-1.

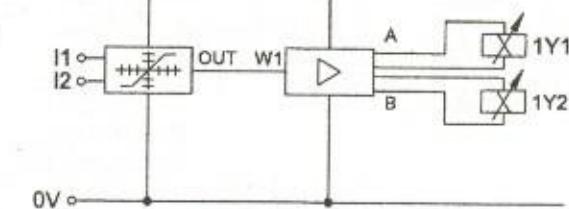
BẢNG 7-1

I1	I2	I3	Giá trị đặt chỉnh	Xilanh
0	0	0	W1	Dừng
1	0	0	W2	Đi tới
0	1	0	W3	Lùi về

- Sơ đồ mạch điện điều khiển biểu diễn ở hình 7-41.



Hình 7-41 Sơ đồ mạch điện
điều khiển xe tải nâng hạ
S0 Đi tới;
S1 Lùi về;
1B Hâm và đổi chiều.



- Đặt chỉnh giá trị theo yêu cầu trong bảng 7-2.

BẢNG 7-2

Nút chọn	Hiển thị
FUNCTION	Chọn giá trị đặt chỉnh
W1	0,1 V
W2	10 V
W3	-10 V
R1 0 → +	0,0 s/V
R2 + → 0	0,15 s/V
R3 0 → -	0,0 s/V
R4 - → 0	0,0 s/V

- Hiệu chỉnh giá trị dòng điện ở card khuếch đại, xem bảng 7-3.

BẢNG 7-3

Nút chọn	Hiển thị
FUNCTION	Khuếch đại 2 kênh
IA BASIC	0,0 mA
IA JUMP	120 mA
IA MAX	700 mA
IB BASIC	0,0 mA
IB JUMP	120 mA
IB MAX	700 mA
DITHERFREQ	250 Hz

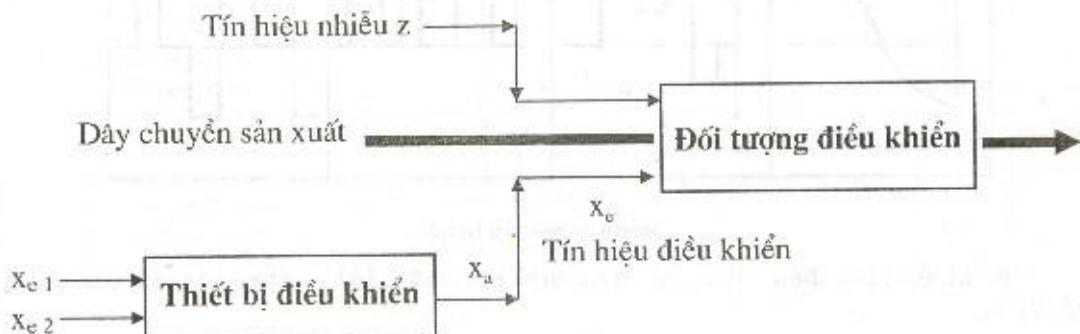
CHƯƠNG 8

LÝ THUYẾT ĐIỀU KHIỂN

1. KHÁI NIỆM QUÁ TRÌNH ĐIỀU KHIỂN

1. Hệ thống điều khiển

Hệ thống điều khiển bao gồm thiết bị điều khiển và đối tượng điều khiển (*hình 8-1*).



Hình 8-1 Sơ đồ hệ thống điều khiển

Hình 8-2 trình bày các thành phần của hệ thống điều khiển :

– **Phần tử đưa tín hiệu** : nhận những giá trị của đại lượng vật lý như là đại lượng vào, là phần tử đầu tiên của mạch điều khiển. Ví dụ: nút ấn, công tắc, cảm biến hành trình...

– **Phần tử xử lý tín hiệu** : xử lý tín hiệu nhận vào theo một quy tắc logic xác định, làm thay đổi trạng thái của phần tử điều khiển. Ví dụ: van logic OR hoặc AND, role...

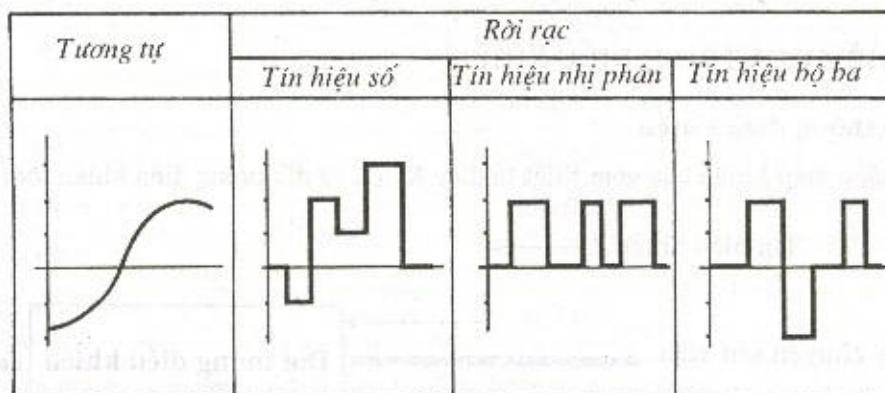


Hình 8-2 Các thành phần của hệ thống điều khiển

- **Phản tử điều khiển**: điều khiển dòng năng lượng (lưu lượng) theo yêu cầu, thay đổi trạng thái của cơ cấu chấp hành. Ví dụ: van đảo chiều, van tiết lưu, ly hợp ...

- **Cơ cấu chấp hành**: thay đổi trạng thái của đối tượng điều khiển, là đại lượng ra của mạch điều khiển. Ví dụ: xilanh, động cơ dầu.

2. Các loại tín hiệu điều khiển (hình 8-3)



Hình 8-3 Phân loại tín hiệu

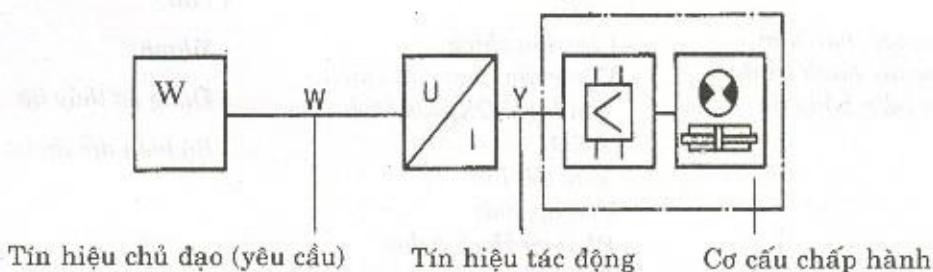
Điều khiển bằng điện - thủy lực là *tín hiệu nhị phân*, khi sử dụng các loại van đóng, mở. Ví dụ:

Đóng	Mở
Van đóng	Van mở
Có áp suất	Không có áp suất

Điều khiển bằng điện - thủy lực là *tín hiệu nhị phân*, khi sử dụng các loại van tuyến tính.

3. Đặc trưng cho quá trình điều khiển

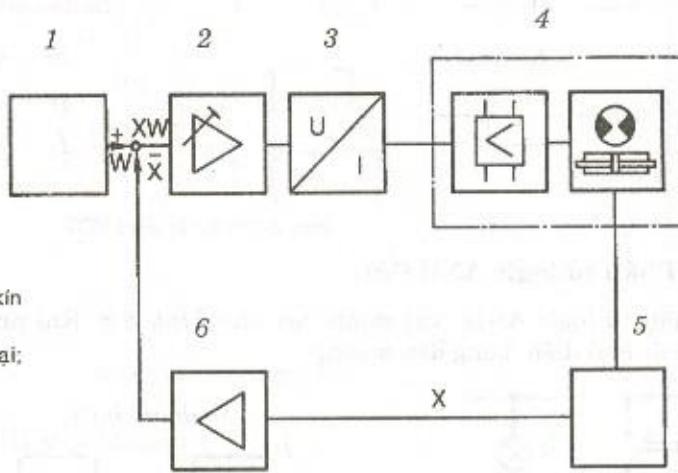
Đặc trưng cho quá trình điều khiển là mạch tác động hở (*hệ thống điều khiển hở*). Cấu trúc của hệ thống điều khiển hở (*feedforward control*) được biểu diễn như hình 8-4. Không có sự so sánh giữa tín hiệu ra và tín hiệu vào. Độ chênh lệch giữa giá trị thực và giá trị cần không được điều chỉnh, xử lý.



Hình 8-4 Mạch điều khiển hở (tác động hở)

4. Kỹ thuật điều chỉnh (Feedback control)

Điều chỉnh là quá trình thực hiện điều khiển theo nguyên tắc có phản hồi (*hình 8-5*), tức là tín hiệu ra được do lưỡng liên tục và dẫn đến so sánh với tín hiệu đầu vào (mục tiêu điều khiển). Độ chênh lệch của 2 tín hiệu vào và ra được thông báo cho thiết bị điều khiển (bộ điều chỉnh), để bộ điều chỉnh tạo ra tín hiệu điều khiển tác động lên đối tượng điều khiển. Mạch thực hiện quá trình tác dụng kín này gọi là *mạch điều khiển kín*.



II. PHẦN TỬ MẠCH LOGIC

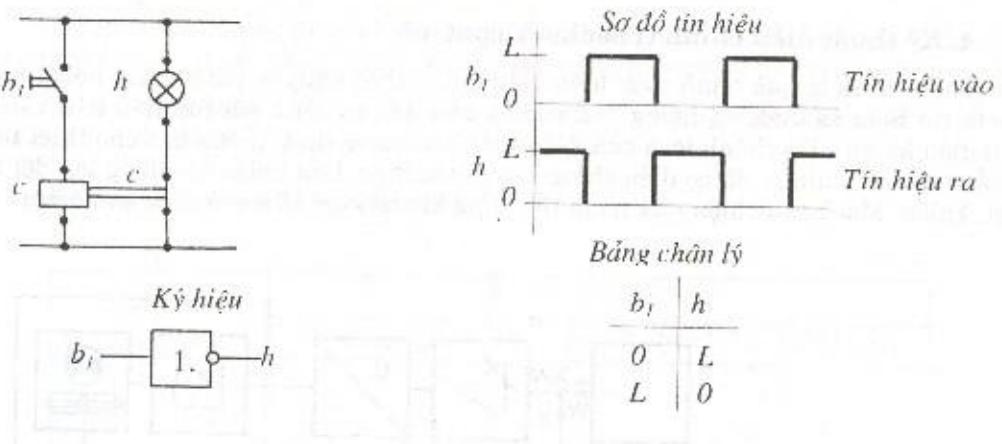
Các phần tử logic cơ bản được ký hiệu như *hình 8-6*.

Số TT	Ký hiệu	Tên gọi
1	1.	NOT
2	&	AND
3	&○	NAND
4	≥1	OR
5	≥1○	NOR
6	=1	XOR (EXC-OR)

Hình 8-6 Các phần tử logic cơ bản

1. Phần tử logic NOT (Phủ định)

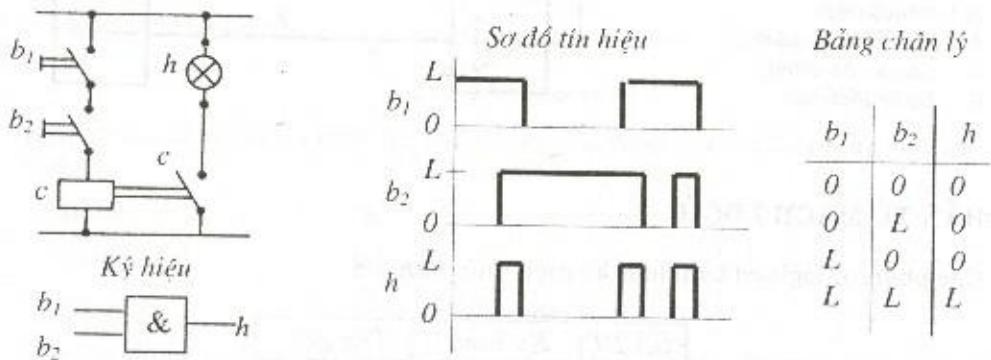
Phần tử logic NOT (Phủ định) minh họa ở *hình 8-7*. Khi nhấn nút b_1 , role c có điện, bóng đèn h tắt điện và ngược lại khi nhả nút b_1 , bóng đèn h sáng.



Hình 8-7 Phản tử logic NOT

2. Phản tử logic AND (Và)

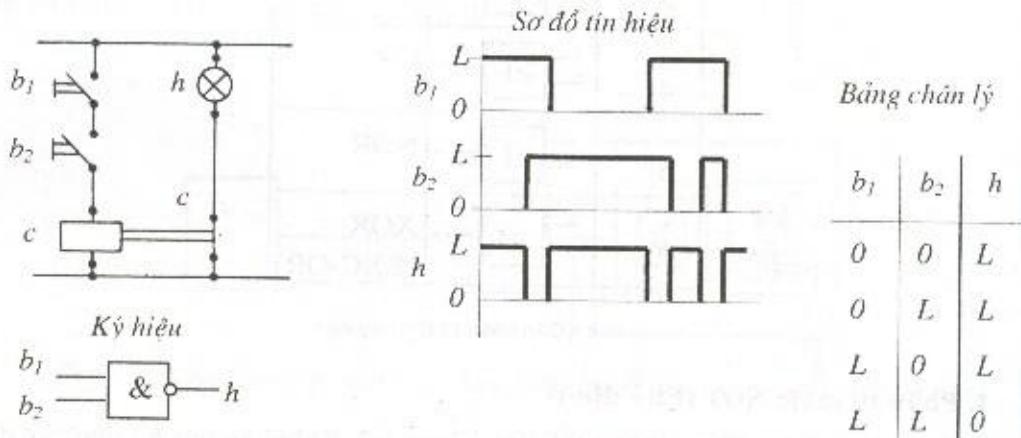
Phản tử logic AND (Và) minh họa như *hình 8-8*. Khi nhấn nút b_1 đồng thời nhấn nút b_2 , relay c có điện, bóng đèn h sáng.



Hình 8-8 Phản tử logic AND

3. Phản tử logic NAND (Và-Không)

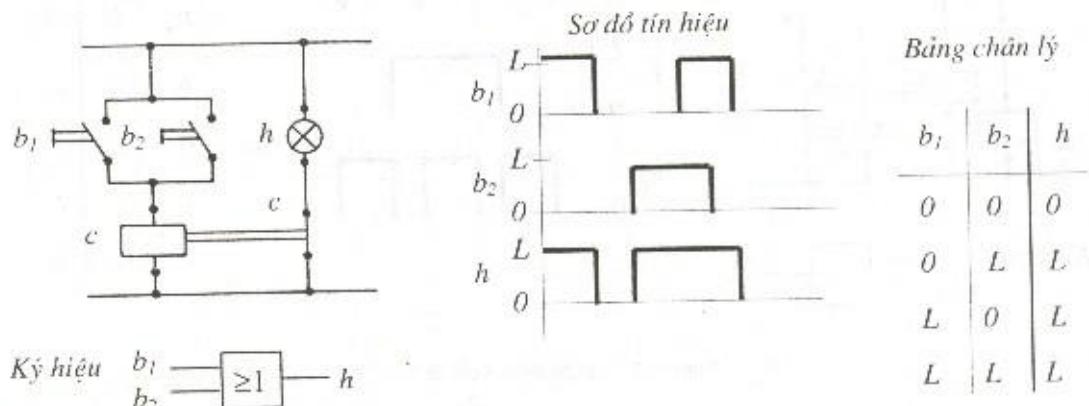
Phản tử logic NAND (Và-Không) minh họa như *hình 8-9*. Khi nhấn nút b_1 , đồng thời nhấn nút b_2 , relay c có điện, bóng đèn h tắt.



Hình 8-9 Phản tử logic NAND

4. Phản tử logic OR (Hoặc)

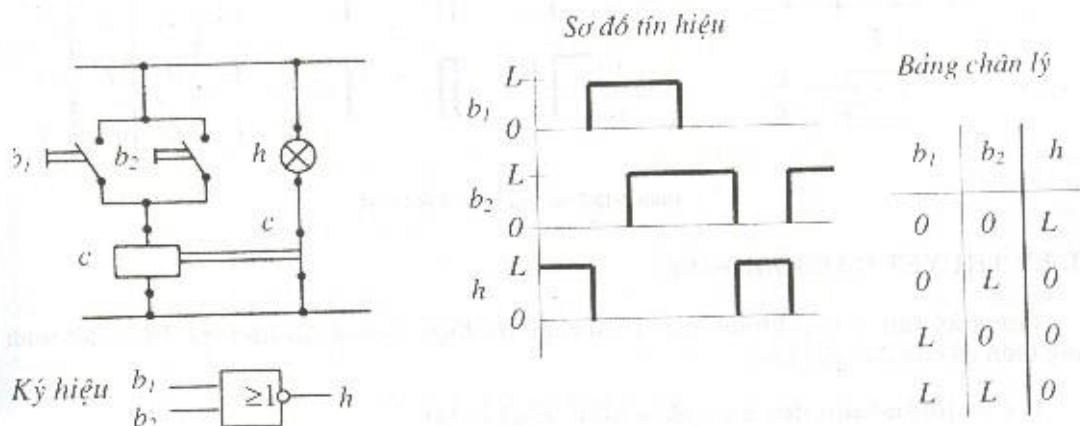
Đèn h sáng, khi nhấn nút b_1 hoặc b_2 . Ký hiệu, sơ đồ tín hiệu, bảng chân lý của phản tử logic OR trình bày ở hình 8-10.



Hình 8-10 Phản tử logic OR

5. Phản tử logic NOR (Hoặc-Không)

Khi một trong 2 nút nhấn b_1 hoặc b_2 thực hiện, đèn h tắt. Đèn h sáng khi không có tín hiệu nào thực hiện cả. Ký hiệu, sơ đồ tín hiệu và bảng chân lý của phản tử logic NOR trình bày ở hình 8-11.



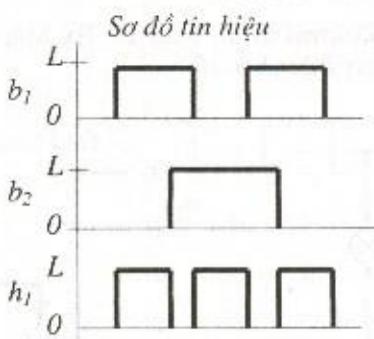
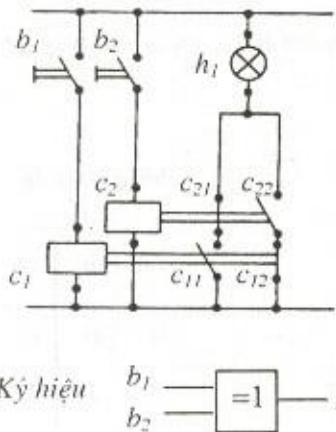
Hình 8-11 Phản tử logic NOR

6. Phản tử logic XOR (EXC-OR)

Đèn h sáng, khi nhấn nút b_1 hoặc b_2 . Khi cả 2 nút nhấn đồng thời, đèn h mất điện. Ký hiệu, sơ đồ tín hiệu, bảng chân lý của phản tử logic XOR trình bày ở hình 8-12.

7. Phản tử logic OR/NOR

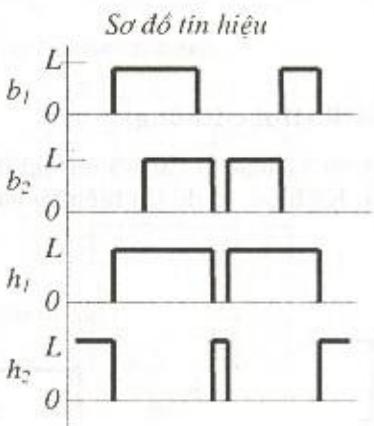
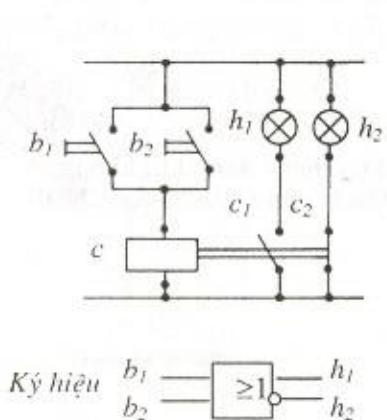
Phản tử logic OR/NOR với 2 tín hiệu vào b_1, b_2 và 2 tín hiệu ra h_1 và h_2 được trình bày ở hình 8-13.



Bảng chân lý

b_1	b_2	h_1
0	0	0
0	L	L
L	0	L
L	L	0

Hình 8-12 Phản tử logic XOR (EXC-OR)



Bảng chân lý

b_1	b_2	h_1	h_2
0	0	0	L
0	L	L	0
L	0	L	0
L	L	0	0

Hình 8-13 Phản tử logic OR/NOR

III. LÝ THUYẾT ĐẠI SỐ BOOLE

Trong kỹ thuật điều khiển, giá trị của các tín hiệu vào và tín hiệu ra được viết dưới dạng biến số của đại số Boolean.

1. Các phép biến đổi hàm một biến (hình 8-14)

Phép toán liên kết AND (và)

Phép toán liên kết OR (hoặc)

Phép toán liên kết NOT (phủ định)

2. Luật cơ bản của đại số Boolean

a) Luật hoán vị (hình 8-15)

$$A \wedge B = B \wedge A$$

$$A \vee B = B \vee A$$

Phương trình	Sơ đồ mạch điện	Sơ đồ logic	Sơ đồ giá trị	
			A = 0	A = 1
$A \wedge 0 = 0$		$0 \xrightarrow{A} \& \xrightarrow{0} 0$	$0 \xrightarrow{0} \& \xrightarrow{0} 0$	$1 \xrightarrow{0} \& \xrightarrow{0} 0$
$A \wedge 1 = A$		$A \xrightarrow{1} \& \xrightarrow{A} A$	$0 \xrightarrow{1} \& \xrightarrow{0} 0$	$1 \xrightarrow{1} \& \xrightarrow{1} 1$
$A \wedge A = A$		$A \xrightarrow{A} \& \xrightarrow{A} A$	$0 \xrightarrow{0} \& \xrightarrow{0} 0$	$1 \xrightarrow{1} \& \xrightarrow{1} 1$
$A \wedge \bar{A} = 0$		$\frac{A}{A} \xrightarrow{\&} 0$	$0 \xrightarrow{1} \& \xrightarrow{0} 0$	$1 \xrightarrow{0} \& \xrightarrow{0} 0$
$\bar{A} = A$		$A \xrightarrow{1} \neg \xrightarrow{1} A$	$1 \xrightarrow{(0)} \neg \xrightarrow{0} 1 \xrightarrow{(1)} \neg \xrightarrow{1} 1 \xrightarrow{(0)}$	
$A \vee 0 = A$		$A \xrightarrow{0} \geq 1 \xrightarrow{A} A$	$0 \xrightarrow{0} \geq 1 \xrightarrow{0} 0$	$1 \xrightarrow{0} \geq 1 \xrightarrow{1} 1$
$A \vee 1 = 1$		$A \xrightarrow{1} \geq 1 \xrightarrow{1} 1$	$0 \xrightarrow{1} \geq 1 \xrightarrow{1} 1$	$1 \xrightarrow{1} \geq 1 \xrightarrow{1} 1$
$A \vee A = A$		$A \xrightarrow{A} \geq 1 \xrightarrow{A} A$	$0 \xrightarrow{0} \geq 1 \xrightarrow{0} 0$	$1 \xrightarrow{1} \geq 1 \xrightarrow{1} 1$
$A \vee \bar{A} = 1$		$\frac{A}{\bar{A}} \xrightarrow{\geq 1} 1$	$0 \xrightarrow{1} \geq 1 \xrightarrow{1} 1$	$1 \xrightarrow{0} \geq 1 \xrightarrow{1} 1$

Hình 8-14 Các phép biến đổi hàm một biến

$A \wedge B = B \wedge A$		$A \vee B = B \vee A$	
Sơ đồ mạch điện	Sơ đồ logic	Sơ đồ mạch điện	Sơ đồ logic
	$A \xrightarrow{B} \& \xrightarrow{A} A \wedge B$		$A \xrightarrow{B} \geq 1 \xrightarrow{A} A \vee B$
	$B \xrightarrow{A} \& \xrightarrow{B} B \wedge A$		$B \xrightarrow{A} \geq 1 \xrightarrow{B} B \vee A$

Hình 8-15 Luật hoán vị

b) Luật kết hợp (hình 8-16)

$$(A \wedge B) \wedge C = A \wedge (B \wedge C)$$

$$(A \vee B) \vee C = A \vee (B \vee C)$$

Sơ đồ mạch điện	Sơ đồ logic	Sơ đồ mạch điện	Sơ đồ logic
A B C — — —	A —&—& B —————— C ——————	A B C — — —	A ——————> B ——————> C ——————>
A B C — — —	A ——————& B ——————& C ——————&	A B C — — —	A ——————> B ——————> C ——————>

Hình 8-16 Luật kết hợp

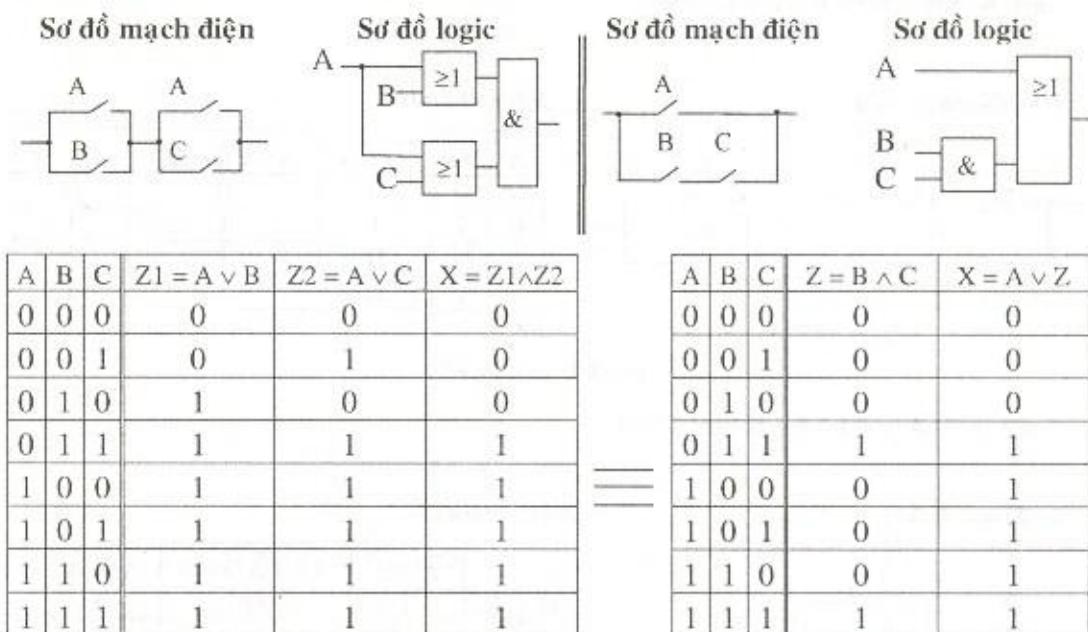
c) Luật phân phối

$$c-1. (A \wedge B) \vee (A \wedge C) = A \wedge (B \vee C) \text{ (hình 8-17)}$$

Sơ đồ mạch điện	Sơ đồ logic	Sơ đồ mạch điện	Sơ đồ logic
A B — —	A ——————& B ——————& C ——————&	A B C — — —	A ——————& B ——————> C ——————>
A B C — — —	A ——————& B ——————& C ——————&	A B C — — —	A ——————> B ——————> C ——————>
A B C — — —	A ——————& B ——————& C ——————&	A B C — — —	A ——————> B ——————> C ——————>
A B C Z1 = A \wedge B Z2 = A \wedge C X = Z1 \vee Z2	A B C Z = B \wedge C X = A \wedge Z		
0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0		
0 0 1 0 0 0	0 0 1 1 0 0		
0 1 0 0 0 0	0 1 0 1 0 0		
0 1 1 0 0 0	0 1 1 1 0 0		
1 0 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0		
1 0 1 0 1 1	1 0 1 1 1 1		
1 1 0 1 0 1	1 1 0 1 1 1		
1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1		

Hình 8-17 Luật phân phối c-1

c-2. $(A \vee B) \wedge (A \vee C) = A \vee (B \wedge C)$ (hình 8-18)

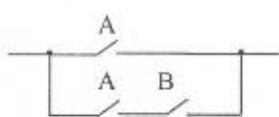


Hình 8-18 Luật phân phối c-2

d) Luật hấp thụ :

d-1. $A \vee (A \wedge B) = A$ (hình 8-19)

Sơ đồ mạch điện



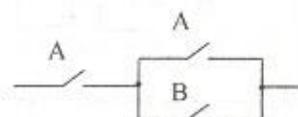
Bảng chân lý

A	B	$A \wedge B$	$A \vee (A \wedge B)$
0	0	0	0
0	1	0	0
1	0	0	1
1	1	1	1

Hình 8-19 Luật hấp thụ d-1

d-2. $A \wedge (A \vee B) = A$ (hình 8-20)

Sơ đồ mạch điện



Bảng chân lý

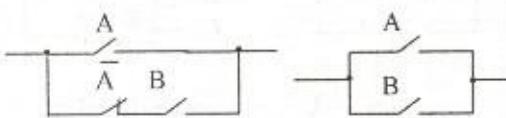
A	B	$A \vee B$	$A \wedge (A \vee B)$
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	1
1	1	1	1

Hình 8-20 Luật hấp thụ d-2

e) Luật bù

$$e-1. A \vee (\bar{A} \wedge B) = A \vee B \text{ (hình 8-21)}$$

Sơ đồ mạch điện



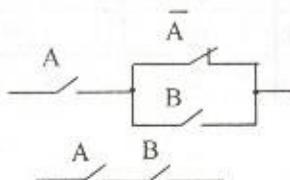
Bảng chân lý

A	B	$\bar{A} \wedge B$	$A \vee (\bar{A} \wedge B)$	$A \vee B$
0	0	0	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	1	1
1	1	0	1	1

Hình 8-21 Luật bù e-1

$$e-2. A \wedge (\bar{A} \vee B) = A \wedge B \text{ (hình 8-22)}$$

Sơ đồ mạch điện



Bảng chân lý

A	B	$\bar{A} \vee B$	$A \wedge (\bar{A} \vee B)$	$A \wedge B$
0	0	1	0	0
0	1	1	0	0
1	0	0	0	0
1	1	1	1	1

Hình 8-22 Luật bù e-2

f) Luật De Morgan

$$f-1. \overline{A \wedge B} = \bar{A} \vee \bar{B} \text{ (hình 8-23)}$$

A	B	\bar{A}	\bar{B}	$A \wedge B$	$\overline{A \wedge B}$	$\bar{A} \vee \bar{B}$
0	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	0	1	1
1	0	0	1	0	1	1
1	1	0	0	1	0	0

Sơ đồ logic

Hình 8-23 Luật De Morgan f-1

f-2. $\overline{A \vee B} = \overline{A} \wedge \overline{B}$ (hình 8-24)

A	B	\overline{A}	\overline{B}	$A \vee B$	$\overline{A \vee B}$	$\overline{A} \wedge \overline{B}$
0	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	1	0	0
1	0	0	1	1	0	0
1	1	0	0	1	0	0

Sơ đồ logic

Hình 8-24 Luật De Morgan f-2

3. Ví dụ ứng dụng đại số Boolean

a) Ví dụ 1: Từ phương trình logic sau đây:

$$(\overline{b_1} \wedge \overline{b_2} \wedge b_3 \wedge \overline{b_4}) \vee (b_1 \wedge b_2 \wedge \overline{b_3} \wedge \overline{b_4}) = H$$

Hãy thiết kế sơ đồ mạch logic, sao cho số phần tử logic ít nhất và sử dụng số phần tử logic đơn giản với số cổng vào càng ít càng tốt.

Theo phương trình logic, ta được sơ đồ mạch logic được thiết kế như hình 8-25.

Như vậy số phần tử logic phải có:

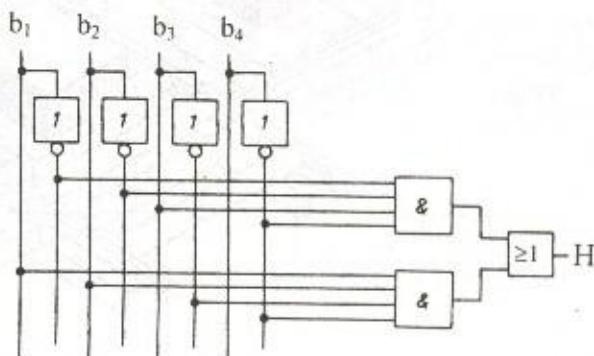
- 4 phần tử logic NOT:

$$\overline{b_1}, \overline{b_2}, \overline{b_3}, \overline{b_4}$$

- 2 phần tử AND với 4 cổng vào.

- 1 phần tử OR với 2 cổng vào.

7 phần tử



Hình 8-25 Sơ đồ mạch logic với 7 phần tử

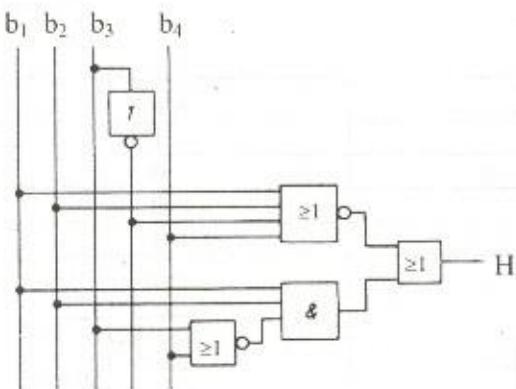
Theo luật De Morgan, ta biến đổi như sau:

$$\overline{b_1} \wedge \overline{b_2} \wedge b_3 \wedge \overline{b_4} = b_1 \vee b_2 \vee \overline{b_3} \vee b_4$$

$$b_1 \wedge b_2 \wedge \overline{b_3} \wedge \overline{b_4} = b_1 \wedge b_2 \wedge (\overline{b_3} \vee \overline{b_4})$$

Ta có kết quả sau khi biến đổi:

$$(b_1 \vee b_2 \vee \overline{b_3} \vee b_4) \vee (b_1 \wedge b_2 \wedge (\overline{b_3} \vee \overline{b_4})) = H$$



Sơ đồ mạch logic sau khi biến đổi (*hình 8-26*) gồm 5 phần tử logic:

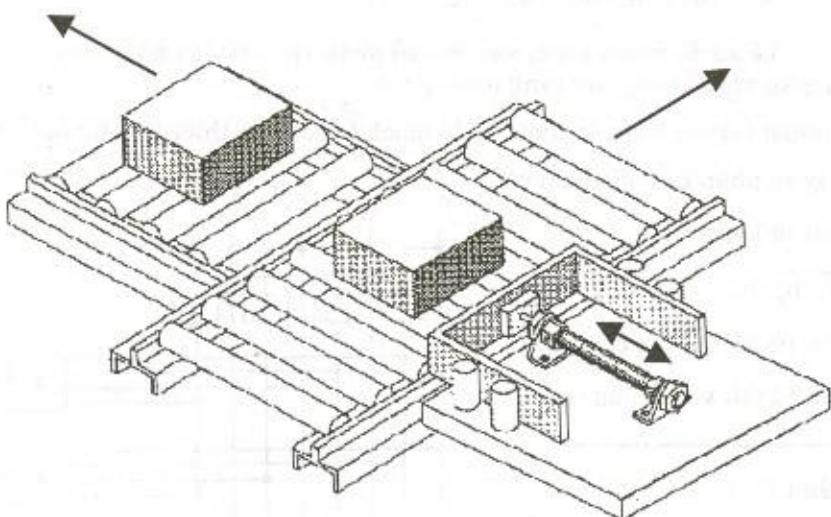
- 1 NOT
- 1 NOR với 4 cổng vào
- 1 OR với 2 cổng vào
- 1 NOR với 2 cổng vào
- 1 AND với 3 cổng vào

5 phần tử

Hình 8-26 Sơ đồ mạch logic với 5 phần tử

b) Ví dụ 2 : Cơ cấu phân loại chi tiết trên băng chuyền (*hình 8-27*).

Khi nhấn nút, cần pittông đẩy chi tiết từ băng chuyền tới. Sau khi chi tiết đã rời khỏi băng chuyền, cần pittông tự động lui về.



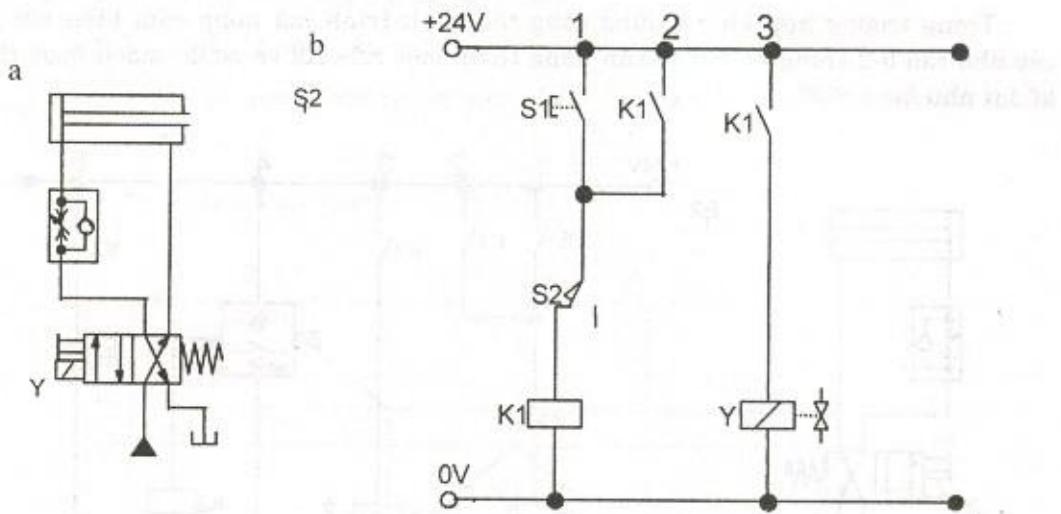
Hình 8-27 Cơ cấu phân loại chi tiết

Nhiệm vụ yêu cầu :

b-1. Đọc nguyên lý hoạt động của mạch điều khiển điện thủy lực *hình 8-28*.

b-2. Thiết kế mạch báo tín hiệu khi xilanh chạm công tắc hành trình như sau :

Nguyên lý hoạt động không thay đổi, khi chạm công tắc hành trình đèn phát ra một tín hiệu (chớp sáng), trong hành trình đi và về đèn không sáng.



Hình 8-28 Mạch điều khiển cơ cấu phân loại

- a) Mạch thủy lực;
- b) Mạch điện điều khiển.

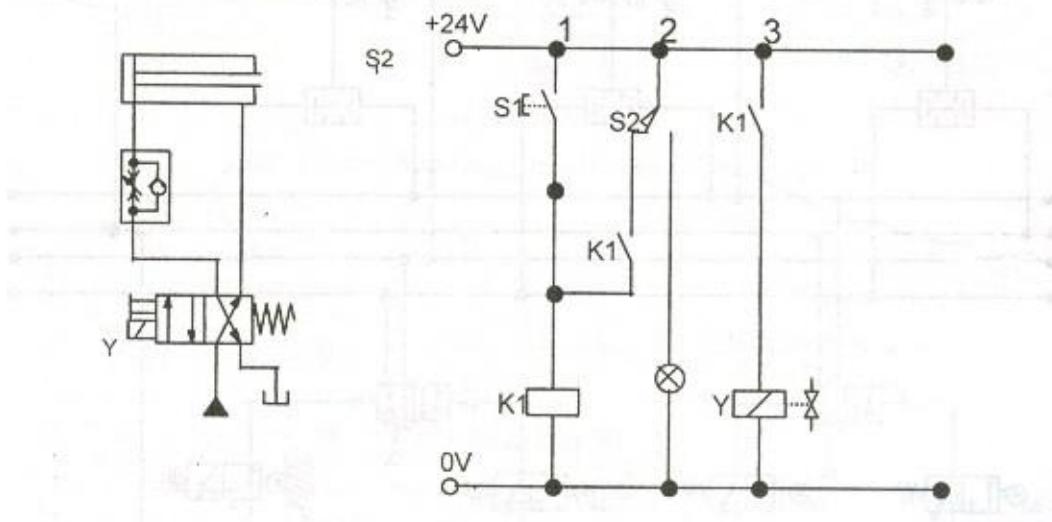
Lời giải :

Ta biến đổi và thiết kế mạch như sau :

Sử dụng luật hoán vị cho hai phần tử tiếp điểm thường mở K1 ở mạch duy trì và S2 kích cho relay K1 :

$$K1 \vee S2 = S2 \vee K1$$

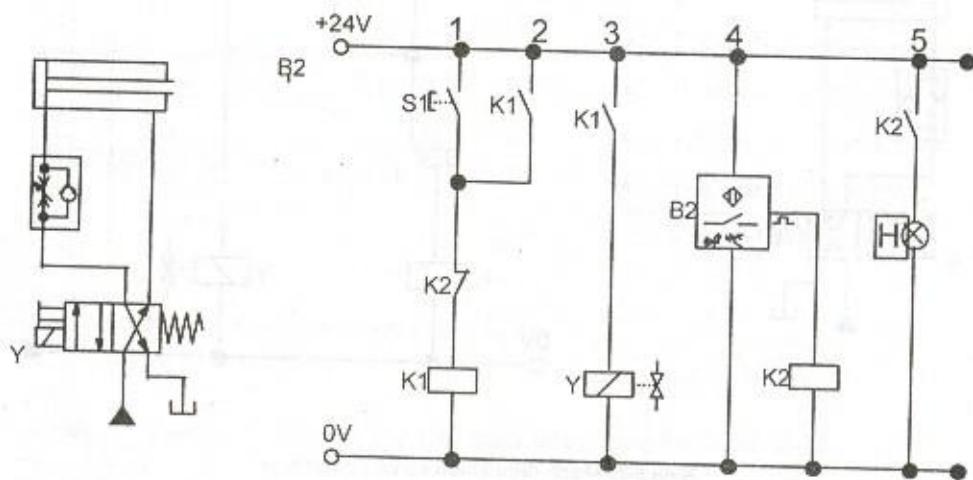
Việc sử dụng này đảm bảo không thay đổi nguyên lý hoạt động của mạch điều khiển. Sau đó ta gắn đèn báo hiệu ở đầu nối còn lại của công tắc hành trình (tiếp điểm thường mở của công tắc hành trình). Mạch thiết kế được vẽ ra như hình 8-29.



Hình 8-29 Mạch điều khiển cơ cấu phân

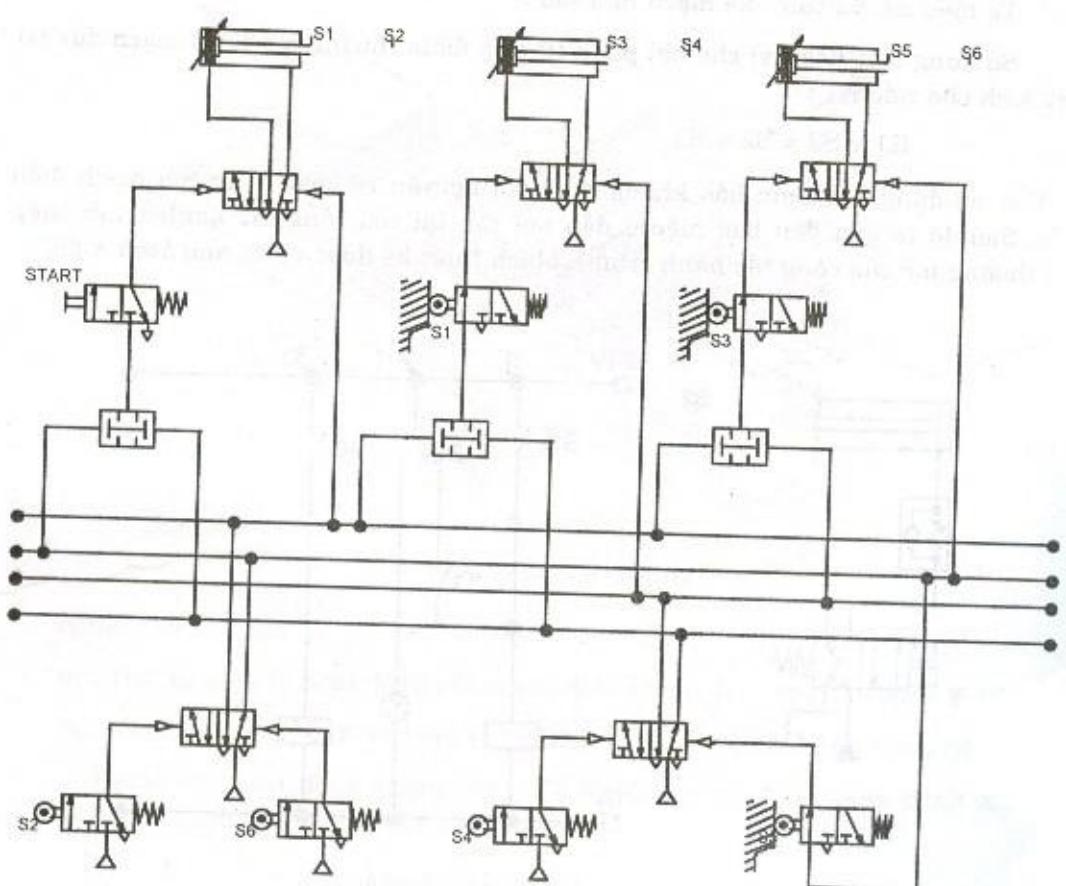
loại có mạch đèn báo tín hiệu

Trong trường hợp không dùng công tắc hành trình mà dùng cảm biến với yêu cầu như câu b-2 trong đề bài ta cần dùng thêm một role K2 và sơ đồ mạch được thiết kế lại như *hình 8-30*.



Hình 8-30 Mạch điều khiển cơ cấu phản hồi dùng cảm biến có mạch đèn báo tín hiệu

c) **Ví dụ 3 :** Cho mạch điều khiển bằng khí nén như *hình 8-31*.



Hình 8-31 Mạch khí nén của ví dụ 3

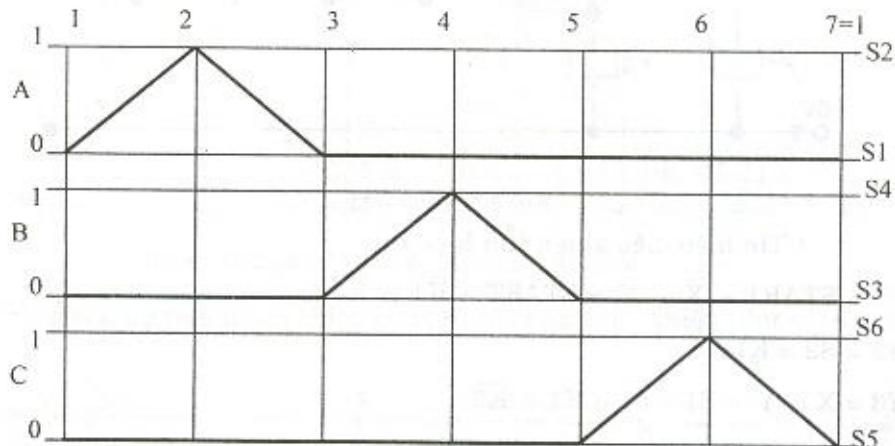
c-1. Đọc nguyên lý hoạt động của mạch

c-2. Vẽ sơ đồ hành trình bước

c-3. Thiết kế mạch điều khiển điện thủy lực dựa theo mạch khí nén đã cho.

Lời giải :

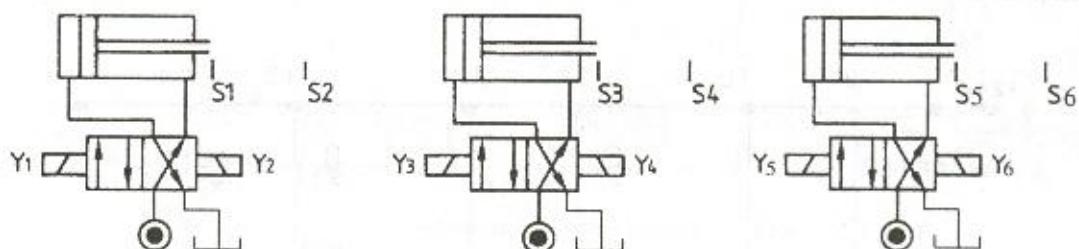
c-2. Sơ đồ hành trình bước (*hình 8-32*)



Hình 8-32 Sơ đồ hành trình bước

c-3. Thiết kế mạch điều khiển

* Thiết kế mạch thủy lực (*hình 8-33*).



Hình 8-33 Mạch thủy lực

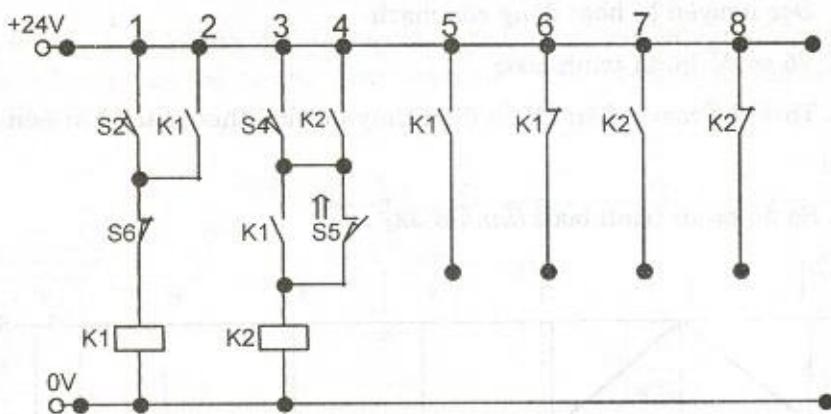
* Thiết kế các tầng trong mạch điện (*hình 8-34*)

$$K1 \begin{cases} X \rightarrow S2 \\ \bar{X} \rightarrow S6 \end{cases} \quad \bar{X} = \bar{S6}$$

$$K2 \begin{cases} Y \rightarrow S4 \\ \bar{Y} \rightarrow S5 \wedge \bar{X} \end{cases} \quad \bar{Y} = \overline{\bar{S5} \wedge K1} = \bar{S5} \vee K1 \text{ (Luật De Morgan)}$$

S2 → Khởi động relay K1

S4 → Khởi động relay K2



Hình 8-34 Mạch tầng

* Tín hiệu điều khiển (tín hiệu ra).

$$Y_1 = \text{START} \wedge \bar{X} \wedge \bar{Y} = \text{START} \wedge \bar{K}_1 \wedge \bar{K}_2$$

$$Y_2 = S_2 = K_1$$

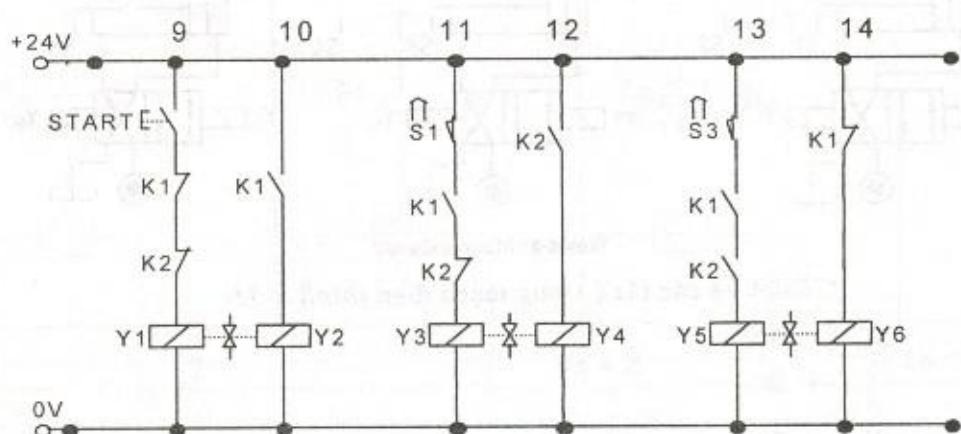
$$Y_3 = X \wedge \bar{Y} \wedge S_1 = S_1 \wedge K_1 \wedge \bar{K}_2$$

$$Y_4 = S_4 = K_2$$

$$Y_5 = S_3 \wedge X \wedge Y = S_3 \wedge K_1 \wedge K_2$$

$$Y_6 = \bar{X} = \bar{K}_1$$

Theo các phương trình logic trên ta thiết lập mạch điện điều khiển các van đảo chiều (hình 8-35).



Hình 8-35 Mạch điện điều khiển các van đảo chiều

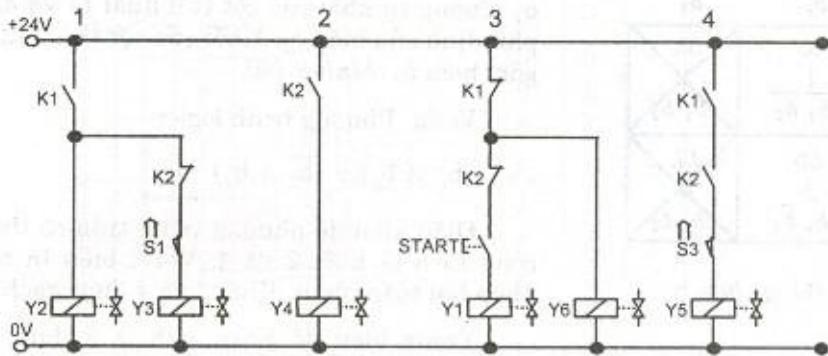
Theo định luật kết hợp ta có thể đơn giản mạch.

$$Y_1 \vee Y_6 = (\text{START} \wedge \bar{K}_1 \wedge \bar{K}_2) \vee \bar{K}_1$$

$$= \bar{K}_1 \wedge (\text{START} \wedge \bar{K}_2 \vee 1) \text{ (Luật giao hoán và luật kết hợp)}$$

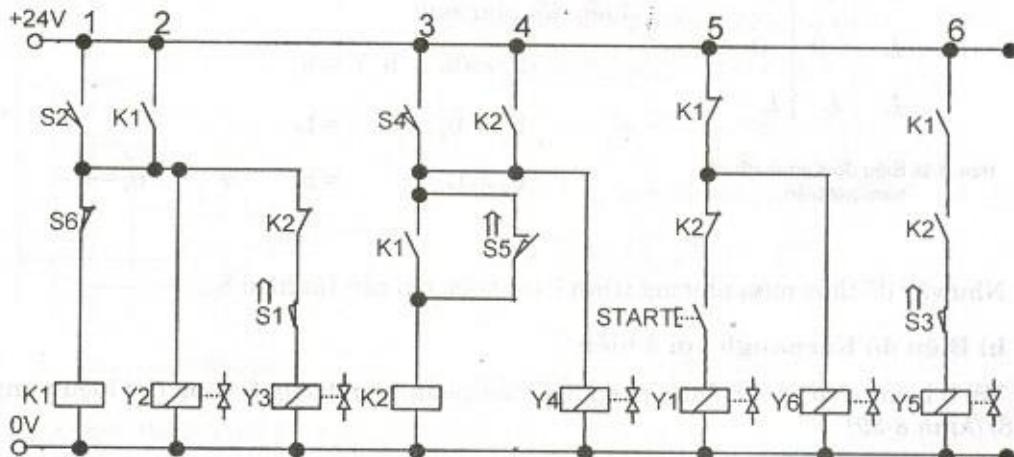
$$Y_2 \vee Y_3 = (S_1 \wedge K_1 \wedge \overline{K_2}) \vee K_1$$

$= K_1 \wedge ((S_1 \wedge \overline{K_2}) \vee 1)$ (Luật giao hoán và luật kết hợp) (hình 8-36).



Hình 8-36 Mạch điện điều khiển các van đảo chiều rút gọn

Sau khi tổng hợp mạch thiết kế ta được mạch điều khiển như hình 8-37.



Hình 8-37 Mạch điện thiết kế

IV. BIỂU ĐỒ KARNAUGH

1. Khái niệm cơ bản

Với những quy tắc của đại số Boole, người ta có thể thiết lập và đơn giản mạch logic hay mạch công tắc, những ví dụ phân trước đã minh họa. Tuy nhiên ứng dụng những quy tắc đại số Boole khá phức tạp. Nhờ biểu đồ Karnaugh mà người ta có thể sử dụng ít quy tắc, để đơn giản những phương trình logic phức tạp với nhiều biến.

Biểu đồ Karnaugh bao gồm *nhiều khối* và biểu diễn tất cả khả năng *dạng phép hội toàn phần*. *Dạng phép hội toàn phần* là phép toán *liên kết AND*, bao gồm tất cả các biến và phủ định của biến.

a) Biểu đồ Karnaugh với 2 biến

	\bar{b}_2	b_2
\bar{b}_1	00	QL
	1	$b_1 b_2$
b_1	$b_1 b_2$	$b_1 b_2$
	L0	LL

Bảng chân lý

b_1	b_2	h
0	0	0
0	L	L
L	0	0
L	L	L

Hình 8-38 Biểu đồ Karnaugh với hàm hai biến

Các khối của dòng thứ nhất (1 và 2) gồm phủ định của biến b_1 . Khối của dòng thứ 2 (3 và 4) biến b_1 . Tương tự khối của cột thứ nhất (1 và 3) bao gồm phủ định của biến b_2 . Khối của cột thứ 2 (2 và 4) bao gồm biến b_2 (hình 8-38).

Ví dụ: Phương trình logic:

$$(b_1 \wedge b_2) \vee (\bar{b}_1 \wedge b_2) = h$$

Điều kiện để phương trình trên có tín hiệu L ở cổng ra h là khối 2 và 4. Với 2 biến ta có 2^2 dạng phép hội toàn phần. Khối 2 và 4 được gạch chéo.

Trong biểu đồ Karnaugh là 2 dạng phép hội toàn phần có trong phương trình nằm kề cận nhau (cột 2). Hai dạng phép hội toàn phần kế cận nhau có tính chất là một trong hai biến có giá trị thay đổi, thì biến thứ hai không thay đổi. Ví dụ trên, biến có giá trị thay đổi là b_1 . Như vậy phương trình trên ta biến đổi như sau:

$$b_2 \wedge (b_1 \vee \bar{b}_1) = h$$

$$b_1 \vee \bar{b}_1 = L$$

$$b_2 \wedge L = b_2 \Rightarrow b_2 = h$$

Như vậy để thỏa mãn phương trình logic trên, chỉ cần tín hiệu b_2 .

b) Biểu đồ Karnaugh với 3 biến

Với 3 biến ta có $2^3 = 8$ dạng phép hội toàn phần nằm trong 8 vùng (ký hiệu vùng 1 đến 8) (hình 8-39).

Ví dụ: Phương trình logic sau:

$$(\bar{b}_1 \wedge b_2 \wedge \bar{b}_3) \vee (b_1 \wedge \bar{b}_2 \wedge b_3)$$

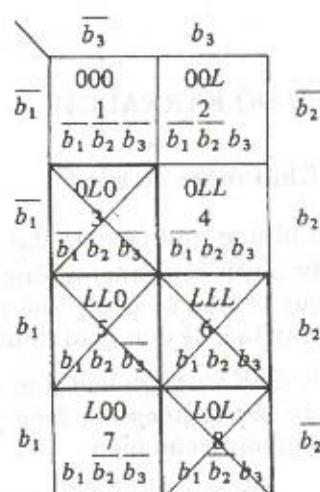
$$\vee (b_1 \wedge b_2 \wedge \bar{b}_3) \vee (b_1 \wedge b_2 \wedge b_3) = h$$

Theo biểu đồ Karnaugh, ta có 4 khối được gạch chéo tương ứng với phương trình logic trên.

Nếu tương ứng với phương trình logic trên, cần phải có:

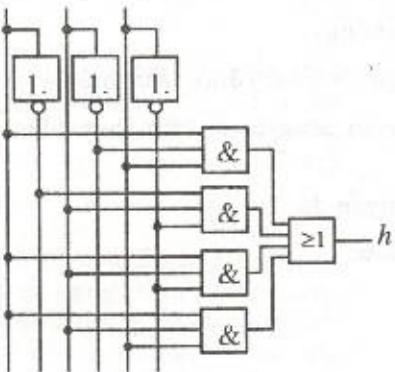
- 1 phần tử OR với 4 cổng vào
- 4 phần tử AND với 3 cổng vào
- 3 phần tử NOT

Sơ đồ mạch logic và bảng chân lý như hình 8-40.



Hình 8-39 Biểu đồ Karnaugh với 3 biến

$b_1 \ b_2 \ b_3$



Bảng chân lý

b_1	b_2	b_3	h
0	0	0	0
0	0	L	0
0	L	0	L
0	L	L	0
L	0	0	0
L	0	L	L
L	L	0	L
L	L	L	L

Hình 8-40 Sơ đồ logic và bảng chân lý

Bây giờ ta sử dụng biểu đồ Karnaugh để đơn giản sơ đồ mạch logic trên. Trong biểu đồ có 2 miền lân cận, đó là:

- Miền thứ nhất gồm: khối 3 và 5

- Miền thứ 2 gồm: khối 6 và 8

b-1. Miền thứ nhất: khối 3 và 5 :

$$(\overline{b_1} \wedge b_2 \wedge \overline{b_3}) \vee (b_1 \wedge b_2 \wedge \overline{b_3}) = X_1$$

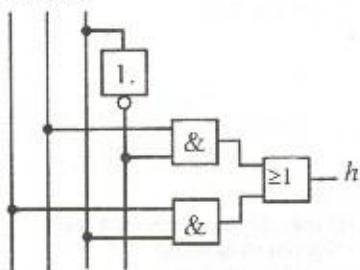
Có $b_2 \wedge \overline{b_3}$ giá trị không thay đổi và viết được:

$$(b_2 \wedge \overline{b_3}) \wedge (\overline{b_1} \vee b_1) = X_1$$

$$\overline{b_1} \vee b_1 = L$$

$$\text{Như vậy: } b_2 \wedge \overline{b_3} = X_1$$

$b_1 \ b_2 \ b_3$



Hình 8-41 Sơ đồ logic

b-2. Miền thứ 2: khối 6 và 8:

$$(b_1 \wedge b_2 \wedge b_3) \vee (b_1 \wedge \overline{b_2} \wedge b_3) = X_2$$

Giá trị $(b_1 \wedge b_3)$ không đổi

Như vậy: $b_1 \wedge b_3 = X_2$

Phương trình logic đơn giản bằng biểu đồ Karnaugh:

$$(\overline{b_2} \wedge \overline{b_3}) \vee (b_1 \wedge b_3) = h$$

Sơ đồ logic xem *hình 8-41*, bảng chân lý xem *hình 8-42*.

b_1	b_2	b_3	h
0	0	0	0
0	0	L	0
0	L	0	L
0	L	L	0
L	0	0	0
L	0	L	L
L	L	0	L
L	L	L	L

Hình 8-42 Bảng chân lý

2. **Ví dụ 1** : Trong một dây chuyển vận chuyển tự động, có các *modul vận chuyển*, những modul vận chuyển này (*ví dụ: để vận chuyển khối xilanh được gia công*) có thể sẽ hoạt động với những điều kiện sau:

- Khi nguyên công khoan và nguyên công tarô được thực hiện, khi trạm kiểm tra đã kiểm tra nguyên công trước đó và khi bơm làm nguội hoạt động.
- Khi các modul vận chuyển chạy không.
- Khi nguyên công khoan và nguyên công tarô được thực hiện.
- Khi nguyên công khoan và nguyên công tarô được thực hiện và nguyên công trước đó được kiểm tra.

Hãy thiết lập mạch logic của dây chuyền đé

Phương trình logic gồm có các biến sau:

b_1 - Nguyên công khoan

b_2 - Nguyên công tarô

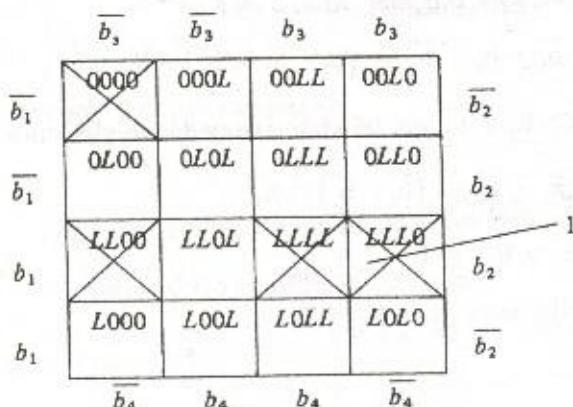
b_3 - Trạm kiểm tra

b_4 - Bơm làm nguội

Phương trình logic viết được như sau:

$$(b_1 \wedge b_2 \wedge b_3 \wedge b_4) \vee (\bar{b}_1 \wedge \bar{b}_2 \wedge \bar{b}_3 \wedge \bar{b}_4) \vee (b_1 \wedge b_2 \wedge \bar{b}_3 \wedge \bar{b}_4) \vee (b_1 \wedge b_2 \wedge b_3 \wedge \bar{b}_4) = H$$

Biểu đồ Karnaugh biểu diễn ở hình 8-43 với 4 biến.



Hình 8-43 Biểu đồ Karnaugh với 4 biến:
 b_1 - Nguyên công khoan
 b_2 - Nguyên công tarô
 b_3 - Trạm kiểm tra
 b_4 - Bơm làm nguội

Như vậy theo biểu đồ Karnaugh với miền lân cận có ký hiệu 1, ta viết được:

$$\begin{aligned} & (b_1 \wedge b_2 \wedge b_3 \wedge b_4) \vee (b_1 \wedge b_2 \wedge b_3 \wedge \bar{b}_4) \\ &= (b_1 \wedge b_2 \wedge b_3) \wedge (b_4 \vee \bar{b}_4) \end{aligned}$$

Sau khi đơn giản ta có: $(b_1 \wedge b_2 \wedge b_3)$

Phương trình logic viết lại được như sau:

$$(b_1 \wedge b_2 \wedge b_3) \vee (\bar{b}_1 \wedge \bar{b}_2 \wedge \bar{b}_3 \wedge \bar{b}_4) \vee (b_1 \wedge b_2 \wedge \bar{b}_3 \wedge \bar{b}_4) = H$$

Đơn giản phương trình bằng luật De Morgan:

$$(\bar{b}_1 \wedge \bar{b}_2 \wedge \bar{b}_3 \wedge \bar{b}_4) = (\bar{b}_1 \vee \bar{b}_2 \vee \bar{b}_3 \vee \bar{b}_4)$$

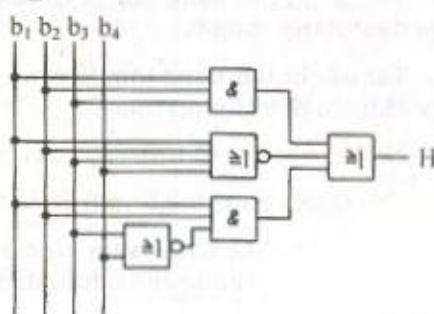
$$(b_1 \wedge b_2 \wedge \bar{b}_3 \wedge \bar{b}_4) = (b_1 \wedge b_2 \wedge [\bar{b}_3 \vee \bar{b}_4])$$

Dạng đơn giản cuối cùng:

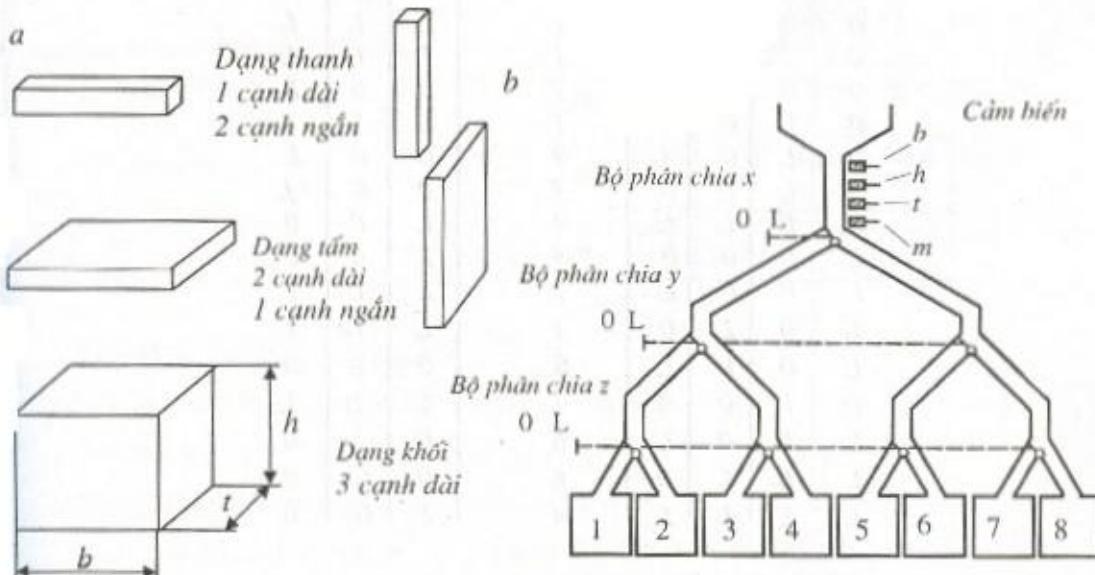
$$(b_1 \wedge b_2 \wedge b_3) \vee (\overline{b_1} \vee b_2 \vee b_3 \vee b_4) \vee (b_1 \wedge b_2 \wedge [\overline{b_3} \vee b_4]) = H$$

Theo phương trình dạng đơn giản cuối cùng trên, ta thiết lập được sơ đồ mạch logic cho điều khiển *modul vận chuyển* trong dây chuyền vận chuyển tự động (hình 8-44).

3.Ví dụ 2: Dây chuyền phân loại tự động các chi tiết có dạng, xem hình 8-45a. Các kích thước: *chiều dài b*, *chiều rộng t* và *chiều cao h* được các cảm biến tương ứng theo dõi. Cảm biến *m* sẽ theo dõi chi tiết có từ tính hoặc không có từ tính.



Hình 8-44 Sơ đồ mạch logic cho điều khiển các loại modul vận chuyển.



Hình 8-45 Dây chuyền phân loại tự động
a) Chi tiết phân loại; b) Nguyên tắc phân loại.

Các tín hiệu có ý nghĩa như sau:

Chiều rộng	$t = L$	cạnh dài	$t = 0$	cạnh không dài
Chiều dài	$b = L$	cạnh dài	$b = 0$	cạnh không dài
Chiều cao	$h = L$	cạnh dài	$h = 0$	cạnh không dài
	$m = L$	có từ tính	$m = 0$	không có từ tính

Sau khi các cảm biến tương ứng theo dõi, chi tiết phân loại sẽ qua bộ phận chia x, sau đó qua bộ phận chia y và cuối cùng qua bộ phận chia z để vào các thùng chứa, được ký hiệu từ 1 đến 8, xem hình 8-45b. Mỗi một bộ phận chia có 2 vị trí : 0 và L. Vị trí ban đầu, các bộ phận chia ở vị trí 0.

Chi tiết được phân loại như sau:

- Các chi tiết dạng thanh (*1 cạnh dài, 2 cạnh ngắn*) được chuyển đến thùng chứa 1.
- Tất cả chi tiết dạng tấm (*2 cạnh dài, 1 cạnh ngắn*) và đồng thời có từ tính sẽ được chuyển đến thùng chứa 6.
- Tất cả chi tiết dạng tấm (*2 cạnh dài, 1 cạnh ngắn*) và đồng thời không có từ tính sẽ được chuyển đến thùng chứa 7.
- Những chi tiết có tính chất còn lại sẽ được chuyển đến thùng chứa 4.
- Các thùng chứa 2,3,5 và 8 sẽ để trống.

Ta lập bảng chức năng, xem *hình 8-46* tương ứng với yêu cầu đề ra. Tín hiệu của bệ phân chia và số các thùng chứa được điền vào tương ứng.

<i>m</i>	<i>h</i>	<i>b</i>	<i>t</i>	Thùng chứa	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>
0	0	0	0	4	<i>L</i>	0	0
0	0	0	<i>L</i>	1	<i>L</i>	<i>L</i>	<i>L</i>
0	0	<i>L</i>	0	1	<i>L</i>	<i>L</i>	<i>L</i>
0	0	<i>L</i>	<i>L</i>	7	0	0	<i>L</i>
0	<i>L</i>	0	0	1	<i>L</i>	<i>L</i>	<i>L</i>
0	<i>L</i>	0	<i>L</i>	7	0	0	<i>L</i>
0	<i>L</i>	<i>L</i>	0	7	0	0	<i>L</i>
0	<i>L</i>	<i>L</i>	<i>L</i>	4	<i>L</i>	0	0
<i>L</i>	0	0	0	4	<i>L</i>	0	0
<i>L</i>	0	0	<i>L</i>	1	<i>L</i>	<i>L</i>	<i>L</i>
<i>L</i>	0	<i>L</i>	0	1	<i>L</i>	<i>L</i>	<i>L</i>
<i>L</i>	0	<i>L</i>	<i>L</i>	6	0	<i>L</i>	0
<i>L</i>	<i>L</i>	0	0	1	<i>L</i>	<i>L</i>	<i>L</i>
<i>L</i>	<i>L</i>	0	<i>L</i>	6	0	<i>L</i>	0
<i>L</i>	<i>L</i>	<i>L</i>	0	6	0	<i>L</i>	0
<i>L</i>	<i>L</i>	<i>L</i>	<i>L</i>	4	<i>L</i>	0	0

Hình 8-46 Bảng trình tự chuyển mạch theo chức năng yêu cầu

Phương trình logic cho tín hiệu \bar{x} :

$$(\bar{m} \wedge \bar{h} \wedge b \wedge t) \vee (\bar{m} \wedge h \wedge \bar{b} \wedge t) \vee (\bar{m} \wedge h \wedge b \wedge \bar{t}) \vee (m \wedge \bar{h} \wedge b \wedge t) \vee \\ (m \wedge h \wedge \bar{b} \wedge t) \vee (m \wedge h \wedge b \wedge \bar{t}) = \bar{x}$$

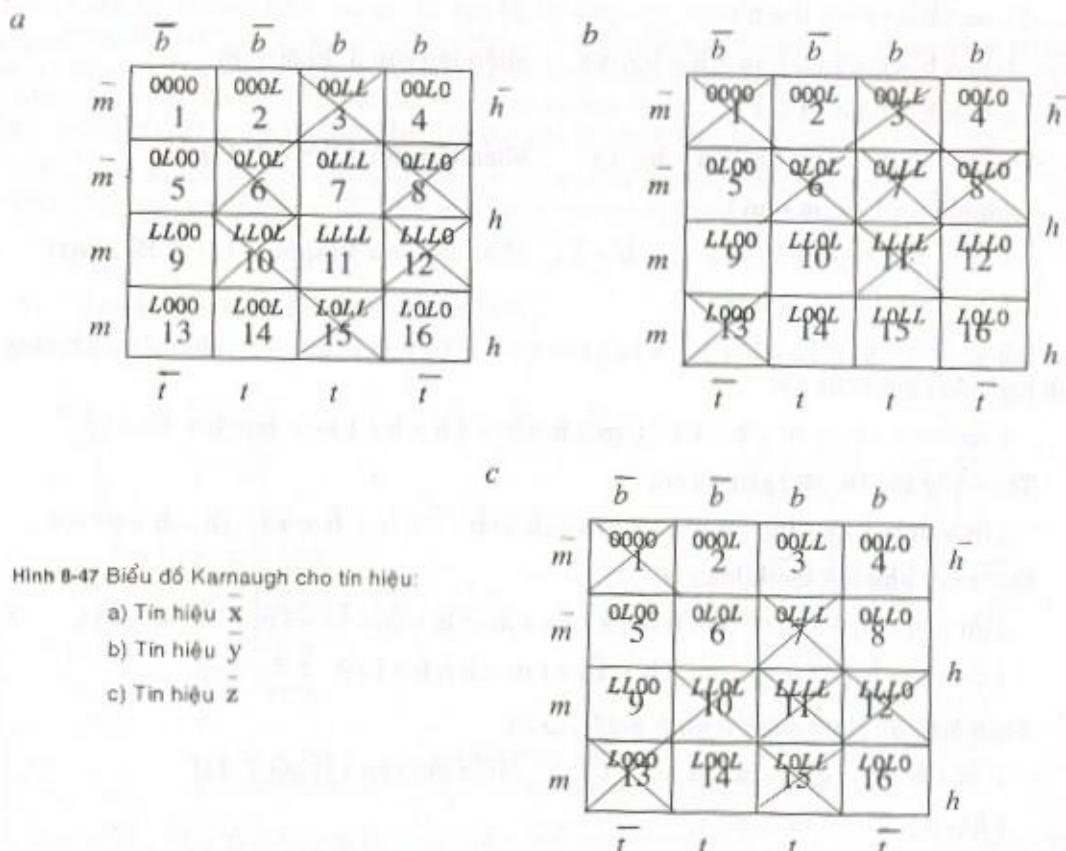
Phương trình logic cho tín hiệu \bar{y} :

$$(\bar{m} \wedge \bar{h} \wedge \bar{b} \wedge \bar{t}) \vee (\bar{m} \wedge \bar{h} \wedge b \wedge t) \vee (\bar{m} \wedge h \wedge \bar{b} \wedge t) \vee (\bar{m} \wedge h \wedge b \wedge \bar{t}) \cdot \\ (\bar{m} \wedge h \wedge \bar{b} \wedge \bar{t}) \vee (m \wedge \bar{h} \wedge \bar{b} \wedge \bar{t}) \vee (m \wedge \bar{h} \wedge b \wedge t) = \bar{y}$$

Phương trình logic cho tín hiệu \bar{z} :

$$(\bar{m} \wedge \bar{h} \wedge \bar{b} \wedge \bar{t}) \vee (\bar{m} \wedge h \wedge b \wedge t) \vee (m \wedge \bar{h} \wedge \bar{b} \wedge \bar{t}) \vee (m \wedge \bar{h} \wedge b \wedge t) \cdot \\ (m \wedge h \wedge \bar{b} \wedge t) \vee (m \wedge h \wedge b \wedge \bar{t}) \vee (m \wedge h \wedge b \wedge t) = \bar{z}$$

Lập biểu đồ Karnaugh cho tín hiệu \bar{x} , \bar{y} và \bar{z} xem hình 8-47.



Hình 8-47 Biểu đồ Karnaugh cho tín hiệu:

- a) Tín hiệu \bar{x}
- b) Tín hiệu \bar{y}
- c) Tín hiệu \bar{z}

Đơn giản phương trình logic \bar{x} :

$$(\bar{m} \wedge \bar{h} \wedge b \wedge t) \vee (\bar{m} \wedge h \wedge \bar{b} \wedge t) \vee (\bar{m} \wedge h \wedge b \wedge \bar{t}) \vee (m \wedge \bar{h} \wedge b \wedge t) \vee \\ (m \wedge h \wedge \bar{b} \wedge t) \vee (m \wedge h \wedge b \wedge \bar{t}) = \bar{x}$$

Theo biểu đồ Karnaugh hình 8-47a, ta có:

- $(h \wedge \bar{b} \wedge t) \wedge (\bar{m} \vee m)$ Miền lân cận 1 (khối 6 và 10)
- $(h \wedge b \wedge \bar{t}) \wedge (\bar{m} \vee m)$ Miền lân cận 2 (khối 8 và 12)
- $(\bar{h} \wedge b \wedge t) \wedge (\bar{m} \vee m)$ Miền lân cận 3 (khối 3 và 15, vì đối xứng)

bởi vì $(\bar{m} \vee m) = L$. Như vậy phương trình logic đơn giản \bar{x} :

$$(h \wedge \bar{b} \wedge t) \vee (h \wedge b \wedge \bar{t}) \vee (\bar{h} \wedge b \wedge t) = \bar{x}$$

Theo quy tắc De Morgan, ta có: $(\bar{h} \vee b \vee \bar{t}) \wedge (\bar{h} \vee \bar{b} \vee t) \wedge (h \vee \bar{b} \vee \bar{t}) = x$

Đơn giản phương trình logic \bar{y} :

$$(\bar{m} \wedge \bar{h} \wedge \bar{b} \wedge \bar{t}) \vee (\bar{m} \wedge \bar{h} \wedge b \wedge t) \vee (\bar{m} \wedge h \wedge \bar{b} \wedge t) \vee (\bar{m} \wedge h \wedge b \wedge \bar{t}) \vee \\ (\bar{m} \wedge h \wedge b \wedge t) \vee (m \wedge \bar{h} \wedge \bar{b} \wedge \bar{t}) \vee (m \wedge \bar{h} \wedge b \wedge t) = \bar{y}$$

Theo biểu đồ Karnaugh, hình 8-47b, ta có:

- $(\bar{m} \wedge h \wedge \bar{b} \wedge t) \vee (\bar{m} \wedge h \wedge b \wedge t)$ Miền lân cận 1 (khối 6, 7)
- $(\bar{m} \wedge h \wedge t) \wedge (\bar{b} \vee b)$

- $(\bar{m} \wedge \bar{h} \wedge b \wedge t) \vee (\bar{m} \wedge h \wedge b \wedge t)$ Miền lân cận 2 (khối 3, 7)
 $(\bar{m} \wedge b \wedge t) \wedge (\bar{h} \vee h)$
- $(\bar{m} \wedge h \wedge b \wedge t) \vee (\bar{m} \wedge h \wedge b \wedge \bar{t})$ Miền lân cận 3 (khối 7, 8)
 $(\bar{m} \wedge h \wedge b) \wedge (t \vee \bar{t})$
- $(\bar{m} \wedge h \wedge b \wedge t) \vee (m \wedge h \wedge b \wedge t)$ Miền lân cận 4 (khối 7, 11)
 $(h \wedge b \wedge t) \wedge (\bar{m} \vee m)$
- $(\bar{m} \wedge \bar{h} \wedge \bar{b} \wedge \bar{t}) \vee (m \wedge \bar{h} \wedge \bar{b} \wedge \bar{t})$ Miền lân cận 4 (khối 1, 13, vì đối xứng)
 $(\bar{h} \wedge \bar{b} \wedge \bar{t}) \wedge (\bar{m} \vee m)$

Bởi vì: $(\bar{b} \vee b) = L$, $(\bar{h} \vee h) = L$, $(t \vee \bar{t}) = L$ và $(\bar{m} \vee m) = L$, cho nên: phương trình logic đơn giản của \bar{y} :

$$(\bar{m} \wedge h \wedge t) \vee (\bar{m} \wedge b \wedge t) \vee (\bar{m} \wedge h \wedge b) \vee (h \wedge b \wedge t) \vee (\bar{h} \wedge \bar{b} \wedge \bar{t}) = \bar{y}$$

Theo quy tắc De Morgan, ta có:

$$(m \vee \bar{h} \vee \bar{t}) \wedge (m \vee \bar{b} \vee \bar{t}) \wedge (m \vee \bar{h} \vee \bar{b}) \wedge (\bar{h} \vee \bar{b} \vee \bar{t}) \wedge (h \vee b \vee t) = y$$

Đơn giản phương trình logic \bar{z} :

$$(\bar{m} \wedge \bar{h} \wedge \bar{b} \wedge \bar{t}) \vee (\bar{m} \wedge h \wedge b \wedge t) \vee (m \wedge \bar{h} \wedge \bar{b} \wedge \bar{t}) \vee (m \wedge \bar{h} \wedge b \wedge t) \vee \\ (m \wedge h \wedge \bar{b} \wedge t) \vee (m \wedge h \wedge b \wedge \bar{t}) \vee (m \wedge h \wedge b \wedge t) = \bar{z}$$

Theo biểu đồ Karnaugh ở hình 8-47c, ta có:

- $(\bar{m} \wedge h \wedge b \wedge t) \vee (m \wedge h \wedge b \wedge t)$ Miền lân cận 1 (khối 7, 11)
 $(h \wedge b \wedge t) \wedge (\bar{m} \vee m)$
- $(m \wedge h \wedge \bar{b} \wedge t) \vee (m \wedge h \wedge b \wedge t)$ Miền lân cận 2 (khối 10, 11)
 $(m \wedge h \wedge t) \wedge (\bar{b} \vee b)$
- $(m \wedge h \wedge b \wedge t) \vee (m \wedge h \wedge b \wedge \bar{t})$ Miền lân cận 3 (khối 11, 12)
 $(m \wedge h \wedge b) \wedge (t \vee \bar{t})$
- $(m \wedge h \wedge b \wedge t) \vee (m \wedge \bar{h} \wedge b \wedge t)$ Miền lân cận 4 (khối 11, 15)
 $(m \wedge b \wedge t) \wedge (h \vee \bar{h})$
- $(\bar{m} \wedge \bar{h} \wedge \bar{b} \wedge \bar{t}) \vee (m \wedge \bar{h} \wedge \bar{b} \wedge \bar{t})$ Miền lân cận 5 (khối 1, 13, vì đối xứng)
 $(\bar{h} \wedge \bar{b} \wedge \bar{t}) \wedge (\bar{m} \vee m)$

Phương trình logic đơn giản của \bar{z} :

$$(h \wedge b \wedge t) \vee (m \wedge h \wedge t) \vee (m \wedge h \wedge b) \vee (m \wedge b \wedge t) \vee (\bar{h} \wedge \bar{b} \wedge \bar{t}) = \bar{z}$$

Theo quy tắc De Morgan ta có phương trình logic của z như sau:

$$(\bar{h} \vee \bar{b} \vee \bar{t}) \wedge (\bar{m} \vee \bar{h} \vee \bar{t}) \wedge (\bar{m} \vee \bar{h} \vee \bar{b}) \wedge (\bar{m} \vee \bar{b} \vee \bar{t}) \wedge (h \vee b \vee t) = z$$

V. PHẦN TỬ NHỚ

Các phần tử được trình bày phân trước có đặc điểm là tín hiệu ra tức thời ph thuộc vào tín hiệu vào, điều đó có nghĩa là khi tín hiệu vào mất, thì tín hiệu ra cũng mất. Trong thực tế tín hiệu thường là dạng xung (nút ấn ...). Khi tín hiệu tác động vào là đạt

xung, tín hiệu ra thường là tín hiệu duy trì. Như vậy cần phải có phần tử duy trì tín hiệu, trong kỹ thuật điện, người ta gọi là tự duy trì, xem *hình 8-48*. Khi nút ấn b_2 đóng, dòng điện đi qua rơle K_1^1 , tiếp điểm K_1^1 được đóng lại. Như vậy dòng điện trong mạch vẫn duy trì, mặc dù nút ấn b_2 nhả ra lại. Dòng điện duy trì cho đến chừng nào ta nhấn vào nút ấn b_1 . Thời gian tự duy trì dòng điện trong mạch, là khả năng nhớ của mạch điện. Trong kỹ thuật điều khiển gọi là phần tử nhớ Flipflop.

Phần tử Flipflop có 2 cổng vào, cổng thứ nhất ký hiệu S (SET) và cổng thứ 2 ký hiệu R (RESET), như vậy phần tử Flipflop cũng gọi được cách khác là phần tử RS-Flipflop.

1. Phần tử RS - Flipflop

- Phần tử RS - Flipflop có RESET trội hơn :

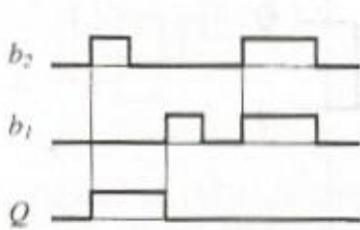


Hình 8-48 Phân tử nhớ

a) Mạch điện tự duy trì ; b) Phân tử RS-Flipflop có RESET trội hơn.

Nếu cổng SET (b_2) có giá trị L, thì tín hiệu ra Q có giá trị L và được nhớ (mặc dù ngay sau đó tín hiệu ở cổng SET mất đi) cho đến khi cổng RESET (b_1) có giá trị L, thì phân tử Flipflop sẽ quay trở về vị trí ban đầu. Khi cổng SET và RESET có cùng giá trị L, thì Q có giá trị "0". Phân tử Flipflop - RS được biểu diễn ở *hình 8-48b*.

Bảng giá trị của phân tử RS - Flipflop, xem *hình 8-49*.

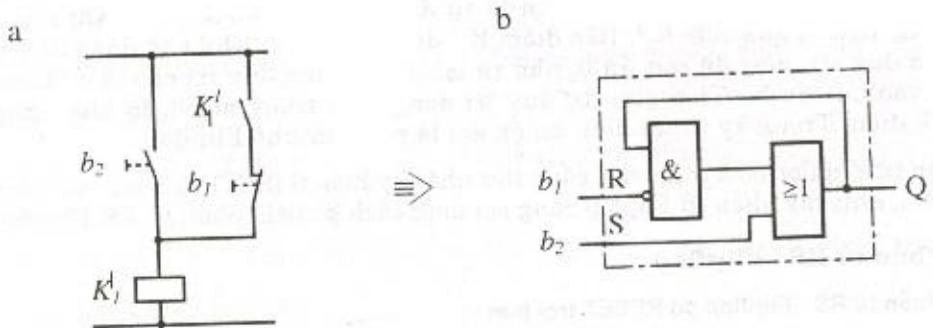


b_1	b_2	Q
0	0	không thay đổi
0	L	L
L	0	0
L	L	0

Hình 8-49 Bảng giá trị của phân tử RS-Flipflop có RESET trội hơn

- Phần tử RS - Flipflop có SET trội hơn :

Nếu cổng SET (b_2) có giá trị L, thì tín hiệu ra Q có giá trị L và được nhớ (mặc dù ngay sau đó tín hiệu ở cổng SET mất đi) cho đến khi cổng RESET (b_1) có giá trị L, thì phân tử Flipflop sẽ quay trở về vị trí ban đầu. Khi cổng SET và RESET có cùng giá trị L, thì Q có giá trị "1". Phân tử RS - Flipflop được biểu diễn ở *hình 8-50*.

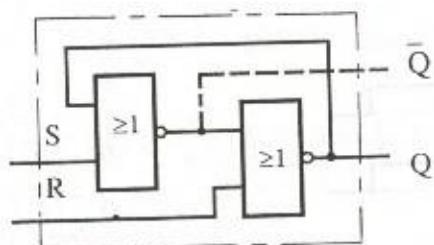


Hình 8-50 Phản tử nhớ
a) Mạch điện tự duy trì; b) Phản tử RS - Flipflop có SET trội hơn.

Bảng giá trị của phản tử RS - Flipflop, xem *hình 8-51*.

b_2	b_1	Q
0	0	không thay đổi
0	L	L
L	0	0
L	L	1

Hình 8-51 Bảng giá trị của phản tử RS - Flipflop có SET trội hơn
Phản tử RS - Flipflop với 2 phản tử NOR có 2 cổng ra Q và \bar{Q} , biểu diễn ở *hình 8-52*

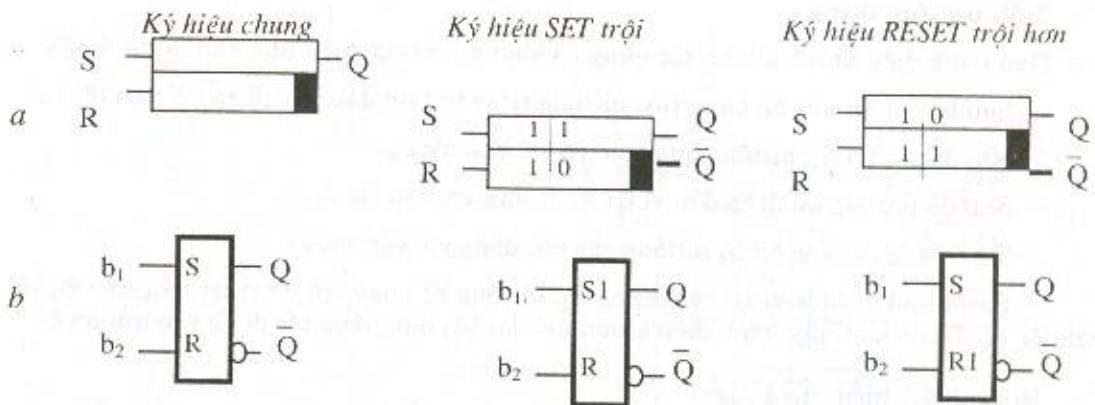


Hình 8-52 Phản tử RS -Flipflop với 2 cổng ra \bar{Q} và Q

Hình 8-53 là ký hiệu phản tử RS - Flipflop - theo tiêu chuẩn DIN (Tiêu chuẩn của CHLB Đức).

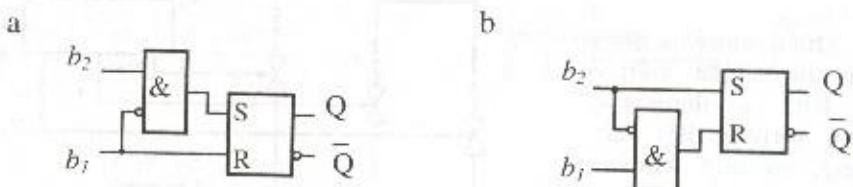
- Sự khóa lẩn của RS- Flipflop

Sự khóa lẩn có nghĩa là một tín hiệu ra sẽ hiện hữu, khi phải có những điều kiện nhất định thỏa mãn. Mạch khóa lẩn đơn giản nhất là sử dụng phản tử logic AND (*hình 8-54*).



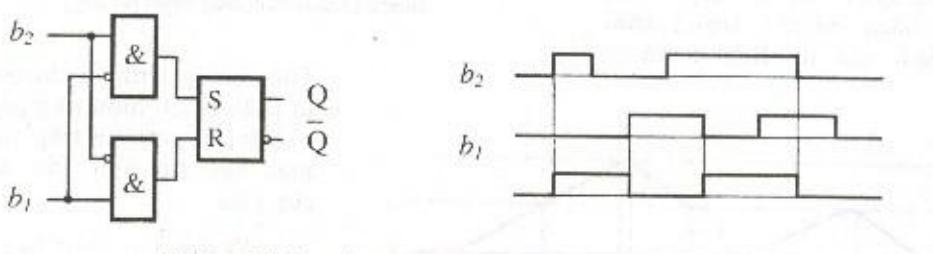
Hình 8-53 Ký hiệu phẩn tử RS - Flipflop theo tiêu chuẩn DIN

- a) Theo tiêu chuẩn DIN 40 700;
- b) Theo tiêu chuẩn DIN 40 900.



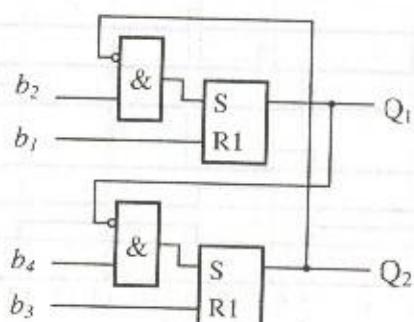
Hình 8-54 Mạch khóa lẩn của Flipflop
a) Cổng RESET trội hơn; b) Cổng SET trội hơn.

Hình 8-55 biểu diễn Flipflop có tính chất là tín hiệu xuất hiện đầu tiên sẽ trội hơn.



Hình 8-55 Flipflop có tín hiệu xuất hiện đầu tiên sẽ trội hơn

Hai Flipflop có thể khóa lẩn nhau được biểu diễn ở hình 8-56. Khi Flipflop thứ nhất còn hoạt động, thì Flipflop thứ hai sẽ chưa hiện hữu.



Hình 8-56 Sơ đồ 2 Flipflop khóa lẩn nhau.

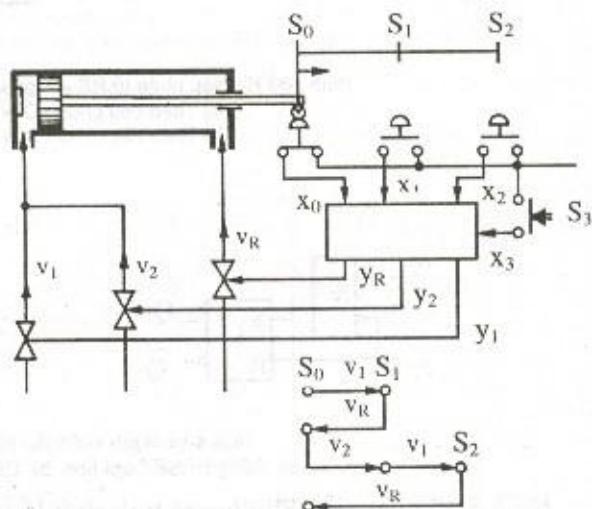
2. Ví dụ ứng dụng

Quá trình điều khiển xilanh tác động 2 chiều được thực hiện như sau (hình 8-57):

- Sau khi nhấn nút ấn bằng tay, piston từ vị trí ban đầu (S_0) đi ra với vận tốc v_1 .
- Khi đến vị trí S_1 , piston quay trở về với vận tốc v_R .
- Sau đó piston lại di ra đến vị trí S_1 nhưng với vận tốc v_2 .
- Từ vị trí S_1 đến vị trí S_2 piston chuyển động với vận tốc v_1 .
- Sau khi đạt được vị trí cuối cùng S_2 , piston sẽ quay trở về vị trí ban đầu S_0 với vận tốc v_R . Từ đó một quy trình điều khiển mới lại bắt đầu bằng tác động vào nút ấn S_3 .

Hình 8-57 biểu diễn quy trình điều khiển xilanh. Tại các vị trí S_0 , S_1 và S_2 có các công tắc hành trình tương ứng x_0 , x_1 và x_2 . Nút ấn bằng tay ký hiệu S_3 . Tín hiệu ra của mạch điều khiển từ các van đảo chiều ký hiệu y_1 , y_2 và y_R . Đồ thị trình tự chuyển mạch điều khiển chuyển động của piston được biểu diễn ở hình 8-58. Khi tác động vào công tắc và piston bắt đầu chuyển động, có một khoảng thời gian chậm trễ.

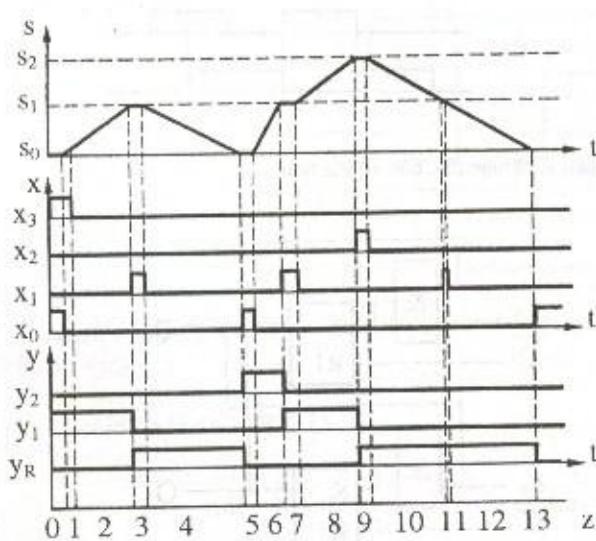
Bảng trình tự chuyển mạch điều khiển piston được biểu diễn hình 8-59. Có $z = 13$ trạng thái chuyển mạch được đặc trưng bằng những trạng thái xác định của tín hiệu x và y .



Hình 8-57 Quy trình điều khiển piston

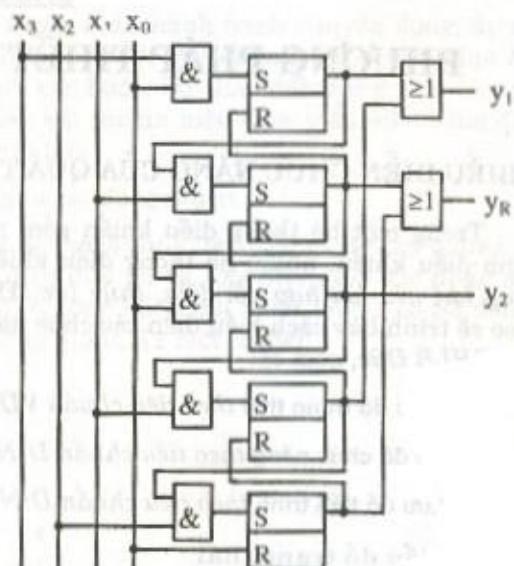
Theo bảng trình tự chuyển mạch ta thấy là tín hiệu ra y phải được nhả lại để piston tiếp tục di ra, mặc dù tín hiệu vào x không còn nữa.

Ví dụ: Tín hiệu ra y_2 , y_1 , $y_R = 0,0,1$ ở trạng thái $z = 4$ được duy trì, khi các tín hiệu vào x_3 , $x_2, x_1, x_0 = 0,0,0,0$. Các trạng thái $z = 2, 4, 6, 8, 10, 12$ có cùng trạng thái xác định x , nhưng yêu cầu của trạng thái tín hiệu ra y khác nhau. Như vậy theo yêu cầu quy trình điều khiển xilanh, bằng cách điều khiển thông thường, không thể thực hiện được, mà phải sử dụng *Flipflop*. Số đồ mách logic điều khiển piston được biểu diễn ở hình 8-60.



Hình 8-58 Đồ thị trình tự chuyển mạch điều khiển piston

z	x_3	x_2	x_1	x_0	y_2	y_1	y_R
0	1	0	0	1	0	1	0
1	1	0	0	0	0	1	0
2	0	0	0	0	0	1	0
3	0	0	1	0	0	0	1
4	0	0	0	0	0	0	1
5	0	0	0	1	1	0	0
6	0	0	0	0	1	0	0
7	0	0	1	0	0	1	0
8	0	0	0	0	0	1	0
9	0	1	0	0	0	0	1
10	0	0	0	0	0	0	1
11	0	0	1	0	0	0	1
12	0	0	0	0	0	0	1
13	0	0	0	1	0	0	0



Hình 8-59 Bảng trình tự chuyển mạch điều khiển pittông
Hình 8-60 Sơ đồ mạch logic điều khiển pittông

CHƯƠNG 9

PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ MẠCH ĐIỀU KHIỂN

I. BIỂU DIỄN CHỨC NĂNG CỦA QUÁ TRÌNH ĐIỀU KHIỂN

Trong một hệ thống điều khiển gồm nhiều mạch điều khiển. Hơn nữa trong quá trình điều khiển, nhiều hệ thống điều khiển được kết hợp với nhau, ví dụ: *điều khiển bằng khí nén kết hợp với điện, thủy lực...* Để đơn giản quá trình điều khiển, phần tiếp theo sẽ trình bày cách biểu diễn các chức năng của quá trình điều khiển theo *tiêu chuẩn của CHLB Đức*, gồm có:

- **Biểu đồ trạng thái theo tiêu chuẩn VDI 3260**
- **Sơ đồ chức năng theo tiêu chuẩn DIN 40 719**
- **Lưu đồ tiến trình theo tiêu chuẩn DIN 66 001**

1. Biểu đồ trạng thái

a) Ký hiệu

Ký hiệu biểu diễn biểu đồ trạng thái, xem *hình 9-1*

	Công tắc ngắt khi nguy hiểm		Phản tử áp suất
	Nút đóng		Phản tử thời gian
	Nút đóng và ngắt		Tín hiệu rẽ nhánh
	Nút ngắt		Liên kết OR
	Công tắc chọn chế độ làm việc (bằng tay hoặc tự động)		Liên kết AND
	Nút tự động		Phản tử tín hiệu tác động bằng cơ
	Nút ấn		Liên kết OR có 1 nhánh phủ định
	Đèn báo hiệu		
	Nút ấn tác động đồng thời		

Hình 9-1 Ký hiệu biểu diễn biểu đồ trạng thái theo VDI 3260

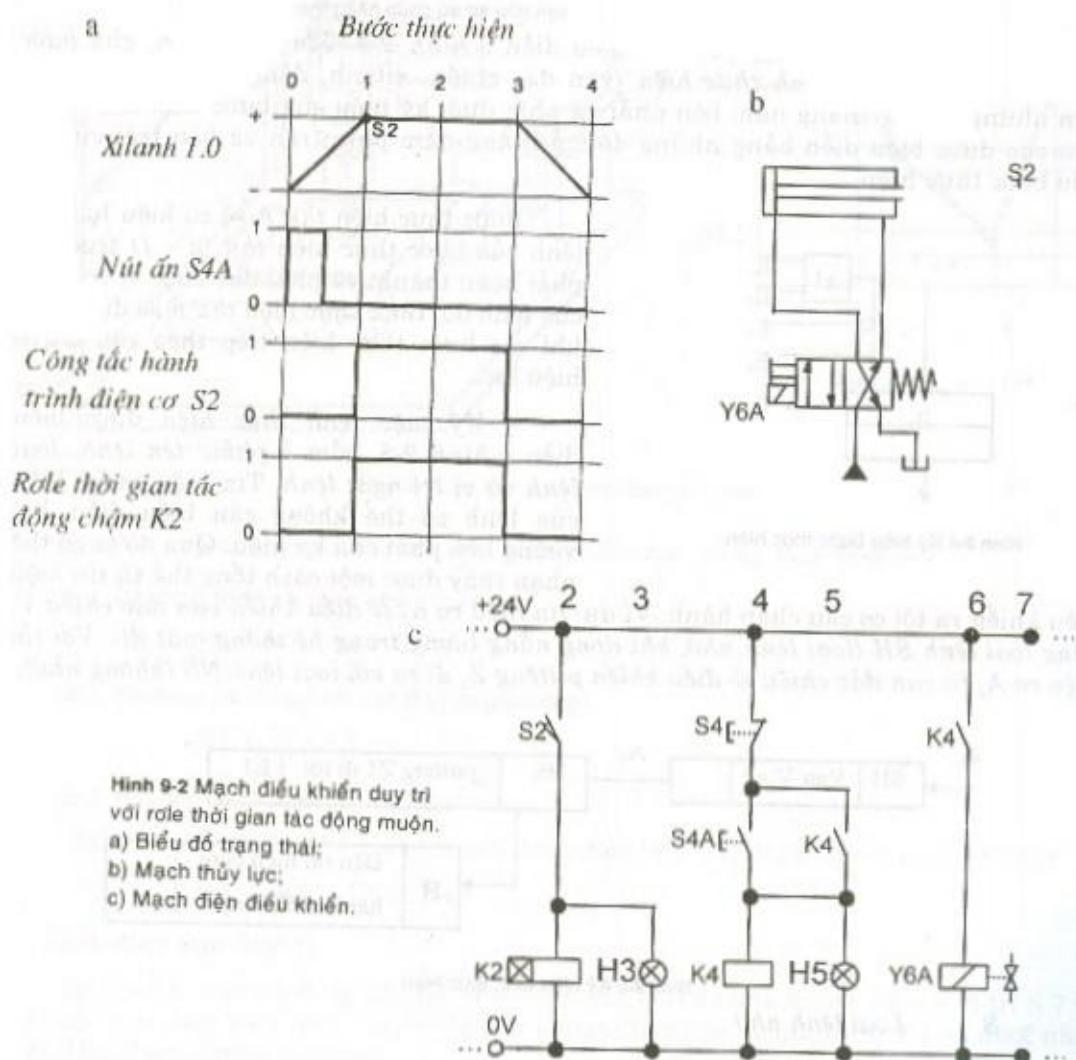
b) Thiết kế biểu đồ trạng thái

- *Biểu đồ trạng thái* biểu diễn trạng thái các phần tử trong mạch, mỗi liên hệ giữa các phần tử và trình tự chuyển mạch của các phần tử.

- *Trục tọa độ thẳng đứng* biểu diễn *trạng thái* (hành trình chuyển động, áp suất, góc quay...). *Trục tọa độ nằm ngang* biểu diễn các *bước thực hiện* hoặc là *thời gian hành trình*. Hành trình làm việc được chia thành các bước. Sự thay đổi trạng thái trong các bước được biểu diễn bằng đường đậm. Sự liên kết các tín hiệu được biểu diễn bằng đường nét nhò và chiều tác động biểu diễn bằng mũi tên.

Ví dụ : Mạch điều khiển với role thời gian tác động muộn.

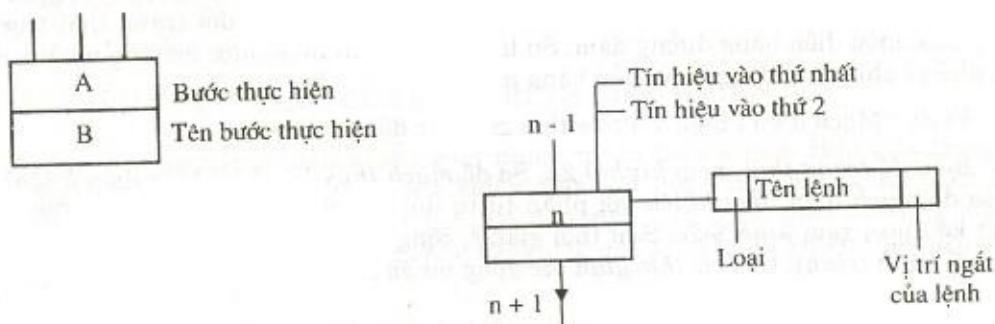
Biểu đồ trạng thái, xem hình 9-2a. Sơ đồ mạch thủy lực được biểu diễn ở hình 9-2b và sơ đồ mạch điện điều khiển với phần tử tự duy trì và role thời gian tác động muộn thiết kế được, xem hình 9-2c. Sau thời gian t_1 công tắc hành trình điện - cơ S2 đóng (vị trí cuối hành trình), thì role thời gian tác động muộn K2 mới có điện.



2. Sơ đồ chức năng

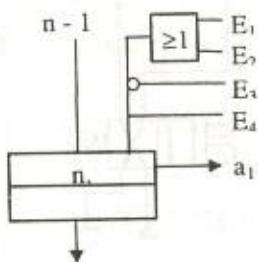
a) Khái niệm

Sơ đồ chức năng bao gồm các bước thực hiện và các lệnh. Các bước thực hiện được ký hiệu theo số thứ tự và các lệnh gồm tên lệnh, loại lệnh và vị trí ngắt của lệnh (hình 9-3).



Hình 9-3 Ký hiệu các bước và lệnh thực hiện của sơ đồ chức năng theo DIN 49719

- Ký hiệu *bước thực hiện* được biểu diễn ở hình 9-4. *Tín hiệu ra* a_1 , của *bước thực hiện* điều khiển *lệnh thực hiện* (van đảo chiều, xilanh, động cơ) và được biểu diễn bằng những đường thẳng nằm bên phải và phía dưới ký hiệu của *bước thực hiện*. *Tín hiệu vào* được biểu diễn bằng những đường thẳng nằm phía trên và bên trái của ký hiệu *bước thực hiện*.

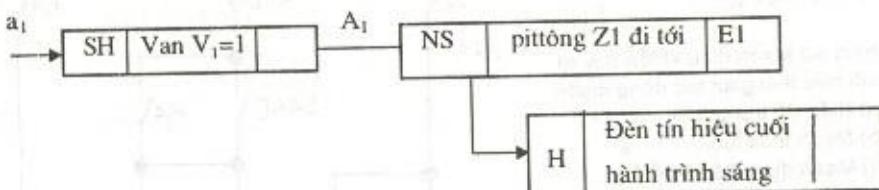


Hình 9-4 Ký hiệu bước thực hiện.

Bước thực hiện thứ n sẽ có hiệu lực, khi lệnh của *bước thực hiện thứ (n - 1)* trước đó phải hoàn thành, và phải đạt được vị trí ngắt của lệnh đó. *Bước thực hiện thứ n* sẽ được xóa, khi các *bước thực hiện* tiếp theo sau đó có hiệu lực.

- Ký hiệu *lệnh thực hiện* được biểu diễn ở hình 9-5, gồm 3 phần: *tên lệnh*, *loại lệnh* và *vị trí ngắt lệnh*. *Tín hiệu ra* ký hiệu của lệnh có thể không cần biểu diễn ở ô vuông bên phải của ký hiệu. Qua đó ta có thể nhận thấy được một cách tổng thể từ tín hiệu

điều khiển ra tới cơ cấu chấp hành. *Ví dụ: tín hiệu ra* a_1 *sẽ điều khiển van đảo chiều* V_1 , *bằng loại lệnh SH* (*loại lệnh nhỏ, khi dòng năng lượng trong hệ thống mất đi*). *Với tín hiệu ra* A_1 *từ van đảo chiều sẽ điều khiển pít tông Z1*, *đi ra với loại lệnh NS* (*không nhỏ*).



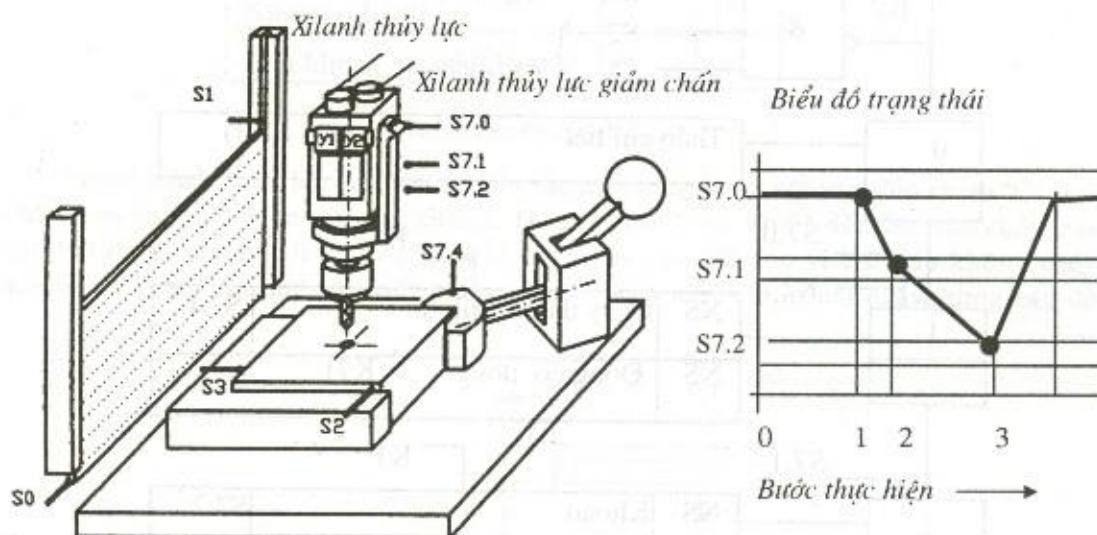
Hình 9-5 Ký hiệu lệnh thực hiện

- *S* Loại lệnh nhỏ
- *NS* Loại lệnh không nhỏ

- SH Loại lệnh nhớ, mặc dù dòng năng lượng trong hệ thống mất đi
- T Loại lệnh giới hạn thời gian
- D Loại lệnh bị chậm trễ
- SD Loại lệnh nhớ và bị chậm trễ
- NSD Loại lệnh không nhớ, nhưng chậm trễ
- ST Loại lệnh nhớ và giới hạn thời gian

b) **Ví dụ 1:** Mạch điều khiển thủy lực máy khoan.

Quy trình gia công của máy khoan được biểu diễn ở *hình 9-6*. Trong trường hợp máy không hoạt động, đầu khoan phải nằm vị trí phía trên, cho nên chọn *ván đảo chiều 4/2*, điều khiển bằng nam châm điện và bằng lò xo.



Hình 9-6 Quy trình gia công của máy khoan

Các bước thực hiện được minh họa bằng sơ đồ *đổi chức năng*, xem *hình 9-7*.

b-1. Phương trình an toàn cho gia công:

$$K1 = S0 \wedge \bar{S}1 \wedge S7.4$$

b-2. Phương trình kẹp chi tiết ở vị trí gia công:

$$K2 = S2 \wedge S3$$

b-3. Phương trình bước thực hiện 0:

Khi lưỡi bào vê đã mở ($\bar{K}1$), chi tiết được tháo ra ($\bar{K}2$), bước thực hiện 0 ($K3 = 1$)

$$K3 = \bar{K}1 \wedge \bar{K}2 \wedge \bar{K}4$$

b-4. Bước thực hiện 1:

Khi lưỡi bào vê đã đóng, chi tiết được kẹp ($K2 = 1$) và đầu khoan nằm ở vị trí S7.0, thì bước 1 sẽ thực hiện ($K4 = 1$), tức là đầu khoan chạy dao nhanh tối $y_t = 1$ và được nhớ. Bước thực hiện 0 phải được xóa.

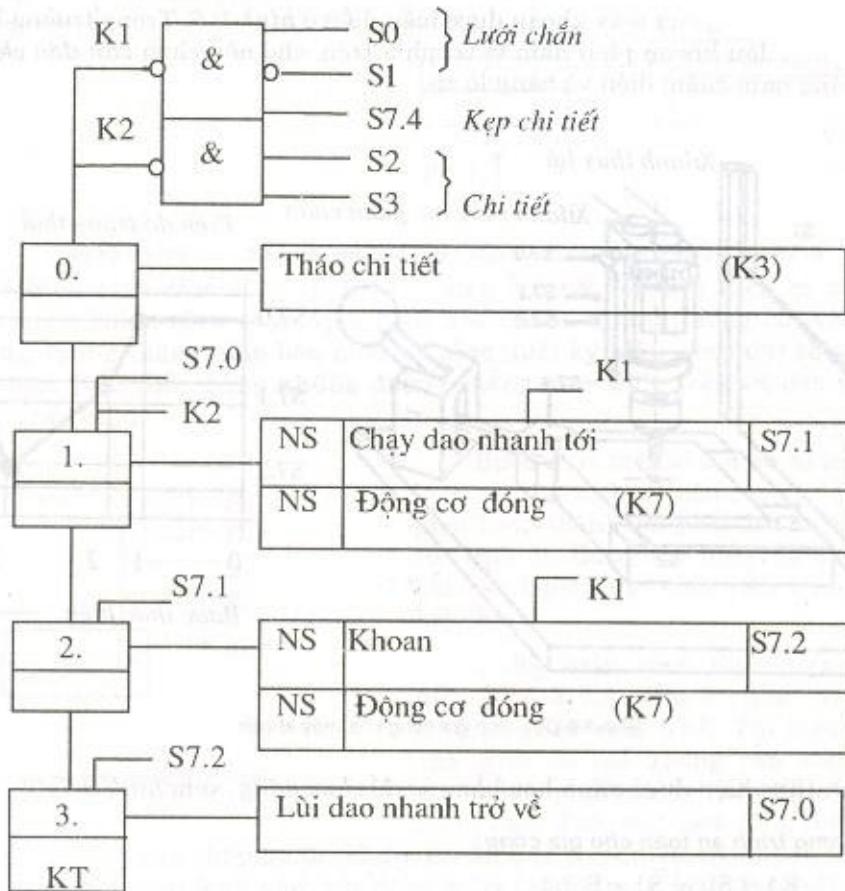
b-5. Bước thực hiện 2:

Khi chạm công tắc hành trình S7.1 và lưỡi bảo vệ được đóng (K1 =1) thì bước 2 sẽ thực hiện và phải được nhớ. Bước thực hiện 1 phải được xóa.

b-6. Bước thực hiện 3:

Khi đầu khoan chạm công tắc hành trình S7.2 và lưỡi bảo vệ được đóng (K1 =1) bước 3 sẽ thực hiện. Bước thực hiện 2 phải được xóa. Hai van đảo chiều phải trở về vị trí ban đầu (vị trí 0). Đầu khoan quay lùi nhanh trở về.

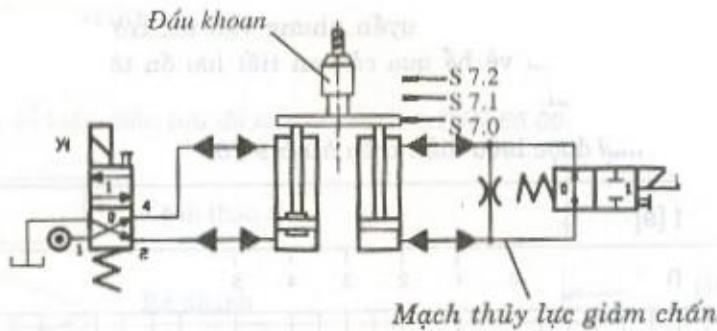
Bước thực hiện 3 không cần phải được nhớ.



Hình 9-7 Biểu đồ chức năng

Sơ đồ mạch thủy lực được biểu diễn ở *hình 9-8*. Khi đầu khoan chạy dao nhanh tới và lùi dao nhanh về thì van đảo chiều 2/2 ở vị trí 0. Trong quá trình gia công, xilanh thủy lực có tác dụng giảm chấn trong thời gian khoan.

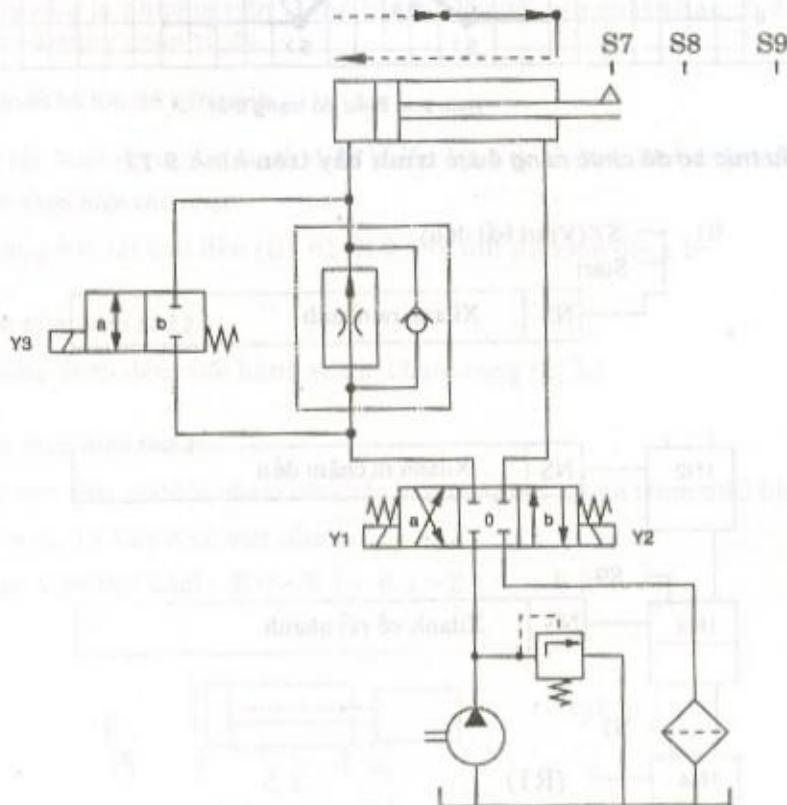
c) **Ví dụ 2:** Quy trình công nghệ và sơ đồ mạch thủy lực trình bày ở *hình 9-9*. Ở trạng thái bắt đầu khởi hành xilanh chạm công tắc hành trình S7. Ban đầu xilanh đi ra với tốc độ nhanh. Khi chạm công tắc hành trình S8 xilanh bắt đầu chuyển động chậm đều đến cuối hành trình ra. Khi chạm công tắc hành trình S9 xilanh sẽ lui về với tốc độ rất nhanh.



Chức năng	Y1	Y2
Đầu khoan tối (nhanh)	1	0
Khoan (chậm)	1	1
Đầu khoan lùi về (nhanh)	0	0

Hình 9-8 Sơ đồ mạch thủy lực

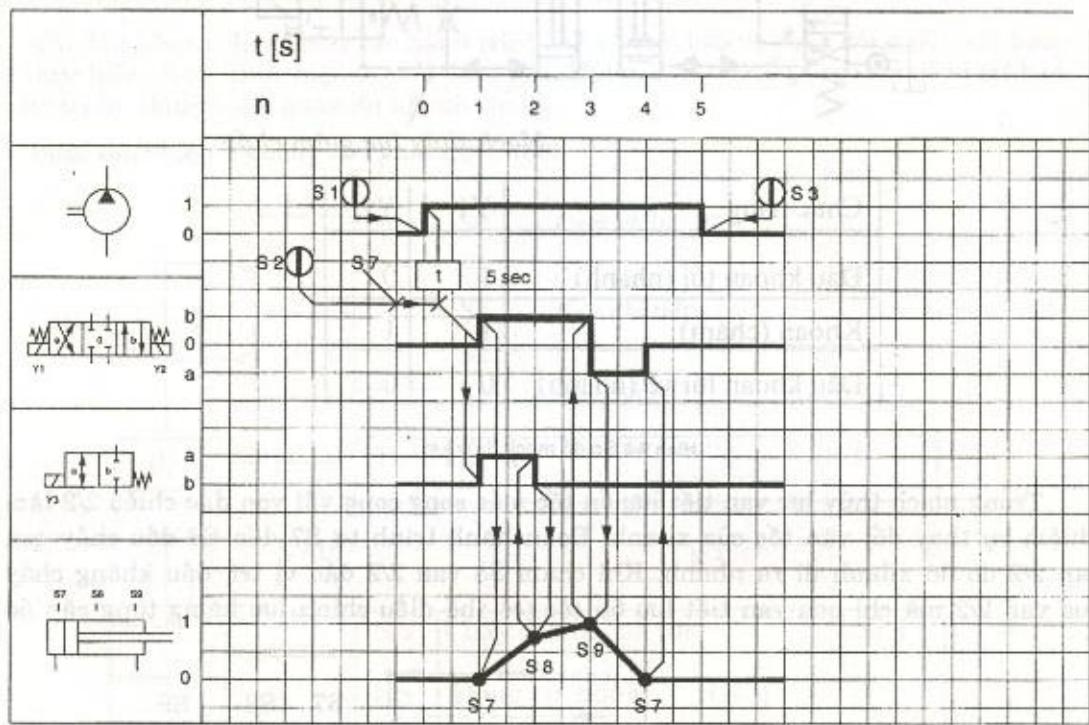
Trong mạch thủy lực van tiết lưu ổn tốc mắc song song với van đảo chiều 2/2 làm nhiệm vụ thay đổi vận tốc của xilanh. Đoạn hành trình từ S7 đến S8 dầu chảy qua van 2/2 do đó xilanh di ra nhanh. Khi chạm S8 van 2/2 đảo vị trí, dầu không chảy qua van 2/2 mà chỉ qua van tiết lưu ổn tốc (có thể điều chỉnh lưu lượng từng cấp độ



Hình 9-9 Sơ đồ mạch thủy lực ví dụ 2

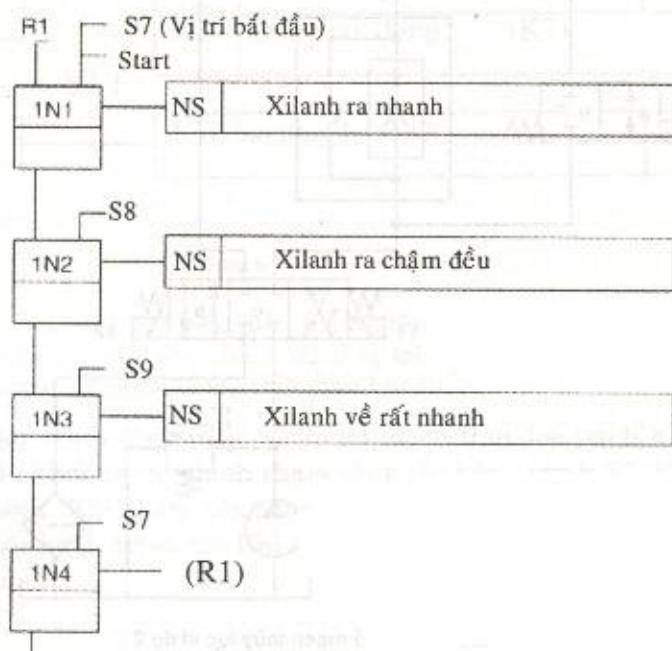
không đổi) do đó xilanh tiếp tục di chuyển nhưng vận tốc trở nên chậm hơn và đều. Ở hành trình về đầu được xả về bể qua cả van tiết lưu ổn tốc và van 2/2, xilanh di chuyển với tốc độ rất nhanh.

- *Biểu đồ trạng thái* được biểu diễn trên *hình 9-10*.



Hình 9-10 Biểu đồ trạng thái

- *Cấu trúc sơ đồ chức năng* được trình bày trên *hình 9-11*

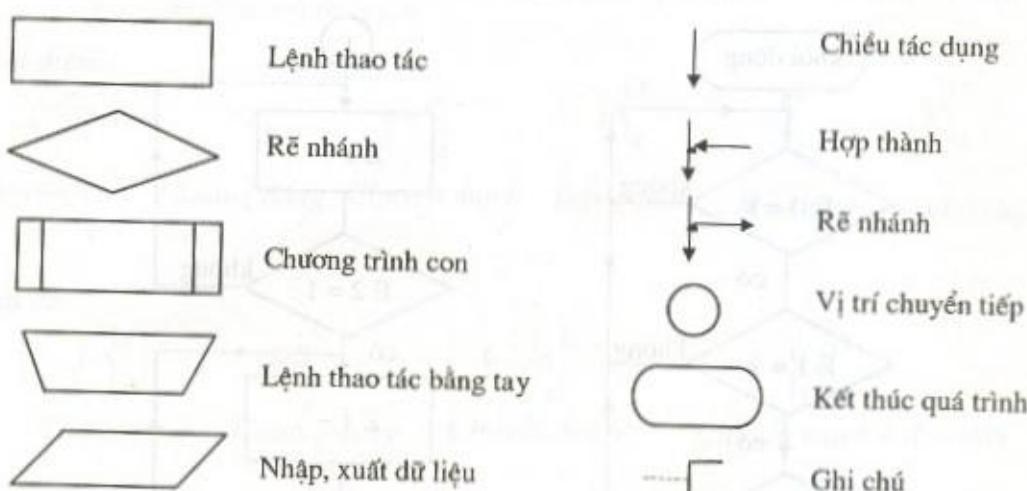


Hình 9-11 Sơ đồ chức năng

3. Lưu đồ tiến trình

a) Ký hiệu

Ký hiệu để biểu diễn *lưu đồ tiến trình* theo DIN 66 001, xem hình 9-12.



Hình 9-12 Ký hiệu biểu diễn lưu đồ tiến trình theo DIN 66 001

Lưu đồ tiến trình biểu diễn phương thức giải (thuật toán - Algorithmus) của một quá trình điều khiển. Lưu đồ tiến trình không biểu diễn những thông số và phần tử điều khiển. Lưu đồ tiến trình có ưu điểm là vạch ra hướng tổng quát của quá trình điều khiển và có tác dụng như là phương tiện thông tin giữa người sản xuất phần tử điều khiển và kỹ thuật viên sử dụng phần tử đó.

b) Ví dụ thiết kế lưu đồ tiến trình

Nguyên tắc hoạt động của mạch điều khiển *hình 9-13* được thực hiện như sau:

b-1. Bước thực hiện thứ nhất:

Khi pittông ở vị trí ban đầu ($E_1 = 1 / E_2 = 0$) nút ấn khởi động E 0 tác động, pittông di ra ($Z_1 +$).

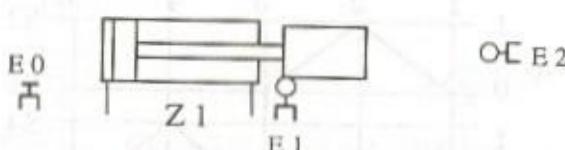
b-2. Bước thực hiện thứ 2:

Khi pittông di ra đến cuối hành trình, chạm công tắc hành trình E 2, pittông sẽ lùi về ($Z_1 -$).

b-3. Bước thực hiện thứ 3:

Tại vị trí ban đầu, pittông chạm công tắc hành trình E 1, quá trình điều khiển kết thúc. Quá trình điều khiển được viết như sau:

Bước thực hiện thứ nhất: $E_0 \wedge E_1 \wedge E_2 = Z_1 + \rightarrow E_2$

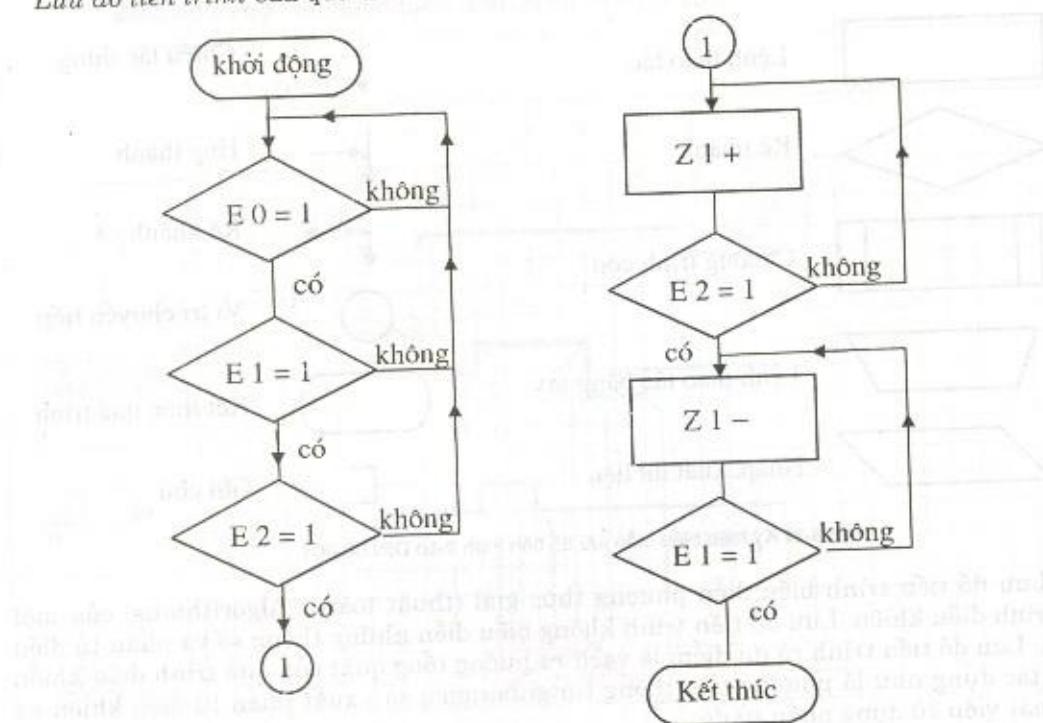


Hình 9-13. Nguyên lý hoạt động của mạch điều khiển

Bước thực hiện thứ 2 : $E_2 = Z1 - \rightarrow E_1$

Bước thực hiện thứ 3 : $E_1 =$ Kết thúc quá trình điều khiển.

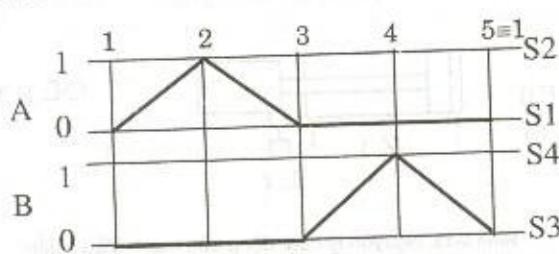
Lưu đồ tiến trình của quá trình điều khiển, xem hình 9-14.



4. Sơ đồ hành trình bước

Đối với các hệ thống điều khiển bằng khí nén, thủy lực có nhiều xilanh (hay động cơ) có thể được biểu diễn bằng sơ đồ hành trình bước. Sơ đồ hành trình bước xác định vị trí của các xilanh ở tất cả các bước trong một chu kỳ làm việc. Mỗi xilanh được biểu diễn bằng hai mức vị trí. Các mức vị trí là các đường nằm ngang. Khi pít tông ở vị trí ngoài thì quy ước xilanh nhận mức giá trị "1", khi ở vị trí trong nhận mức giá trị "0". Các đường thẳng đứng biểu diễn các bước được ghi theo số thứ tự 0, 1, 2,... đến hết một chu kỳ làm việc. Một bước được xác lập khi tất cả các xilanh đều ở mức giá trị "0" hoặc "1". Khi không có sự thay đổi giá trị của ít nhất một xilanh thì không được tính là một bước mới. Bên trái sơ đồ ghi ký hiệu từng xilanh ở giữa hai mức vị trí tương ứng với mỗi xilanh. Bên phải sơ đồ cuối mỗi đường kẻ ngang ghi ký hiệu các phần tử đưa tín hiệu vào (công tắc hành trình, cảm biến...) ở tại vị trí đó.

Hình 9-15 là ví dụ biểu diễn sơ đồ hành trình bước của hai xilanh



5. Các phần của một hệ thống điều khiển bằng điện-thủy lực

Sơ đồ mạch điện - thủy lực gồm 2 phần:

- Sơ đồ mạch điện điều khiển
- Sơ đồ mạch thủy lực

Tiếp điểm



Thường mở Thường đóng Chuyển mạch Đóng chậm Mở chậm Nhả chậm

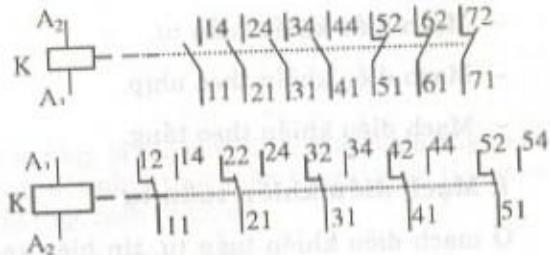
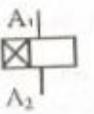
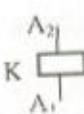
Nút nhấn



Thường mở Thường đóng Chuyển mạch Chuyển mạch 4 đầu dây

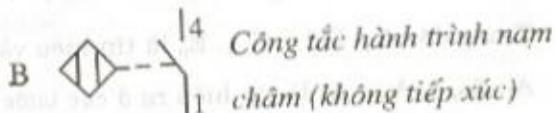
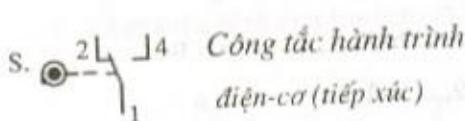
Rơ le

Tác động muộn

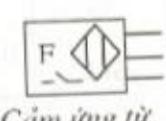


Ký hiệu chung

Công tắc hành trình



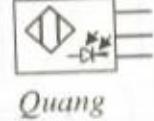
Điểm biến



Cảm ứng từ



Điện dung



Quang



Điốt



Điện trở



Cuộn dây có lõi sắt



Đèn báo



Ampe kế



Vôn kế

Hình 9-16 Ký hiệu các phần tử điện theo DIN 40713

Các phần tử điện được trình bày ở phần trước. Sơ đồ mạch thủy lực và sơ đồ mạch điện được biểu diễn khi chưa có tín hiệu bên ngoài tác động vào. Ký hiệu các phần tử điện theo DIN 40 713 như hình 9-16

II. PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ MẠCH ĐIỀU KHIỂN HÀNH TRÌNH

Vấn đề thiết kế mạch được đặc biệt quan tâm đối với bạn đọc đã có kinh nghiệm và kiến thức chuyên sâu về thủy lực, điện-thủy lực cũng như khí nén, điện-khí nén. Trước một vấn đề thực tế đặt ra, yêu cầu tự động của một thiết bị dây chuyền, việc thiết kế ra một mạch điều khiển thích hợp và kinh tế là hết sức quan trọng. Trong phần này sẽ đưa ra phương pháp giúp bạn đọc có thể thiết kế được các mạch điều khiển hành trình.

Cơ sở thiết kế mạch điều khiển hành trình là vị trí các phần tử đưa tín hiệu vào (công tắc, cảm biến...). Yêu cầu của điều khiển hành trình là :

- Đúng hướng chuyển động của cơ cấu chấp hành.
- Đúng vị trí theo các vị trí nhận tín hiệu (vị trí đặt các phần tử đưa tín hiệu vào - công tắc hành trình, cảm biến ...).

Các loại mạch điều khiển hành trình :

- Mạch điều khiển tuần tự.
- Mạch điều khiển theo nhịp.
- Mạch điều khiển theo tầng.

1. Mạch điều khiển tuần tự

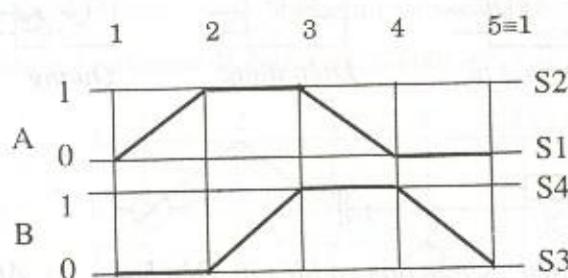
Ở mạch điều khiển tuần tự, tín hiệu vào ở các bước không giống nhau. Khi một bước kết thúc thì sẽ thông báo cho bước tiếp theo. Việc thiết kế được thực hiện tuần tự theo chuỗi :

$$E_1 \rightarrow A_1 \longrightarrow E_2 \rightarrow A_2 \longrightarrow \dots E_{n-1} \rightarrow A_{n-1} \longrightarrow E_n \rightarrow A_n$$

Trong đó : $E_1, E_2, \dots, E_{n-1}, E_n$ là tín hiệu vào ở các bước 1, 2, ..., n-1, n.

$A_1, A_2, \dots, A_{n-1}, A_n$ là tín hiệu ra ở các bước 1, 2, ..., n-1, n.

Ví dụ : Thiết kế mạch điều khiển hai xilanh làm việc theo sơ đồ hành trình bước như hình 9-17.



Hình 9-17 Sơ đồ hành trình bước của mạch điều khiển hai xilanh

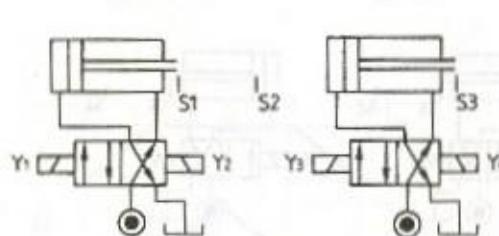
Giải :

$$E_1(S3) \rightarrow A_1(Y1) \rightarrow E_2(S2) \rightarrow A_2(Y3) \rightarrow E_3(S4) \rightarrow A_3(Y2) \rightarrow E_4(S1) \rightarrow A_4(Y4)$$

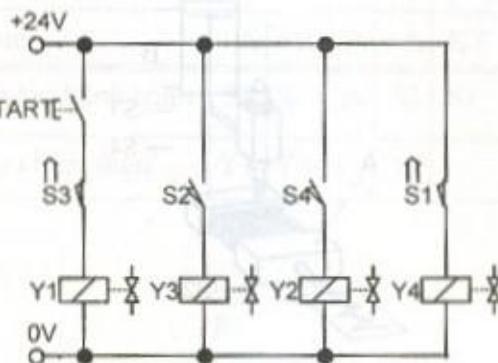
Chuỗi tuần tự có thể viết gọn :

$$S3 \rightarrow Y1 \rightarrow S2 \rightarrow Y3 \rightarrow S4 \rightarrow Y2 \rightarrow S1 \rightarrow Y4$$

Sơ đồ mạch thủy lực như *hình 9-18*, sơ đồ mạch điện điều khiển như *hình 9-19*.



Hình 9-18 Sơ đồ mạch thủy lực



Hình 9-19 Sơ đồ mạch điện điều khiển

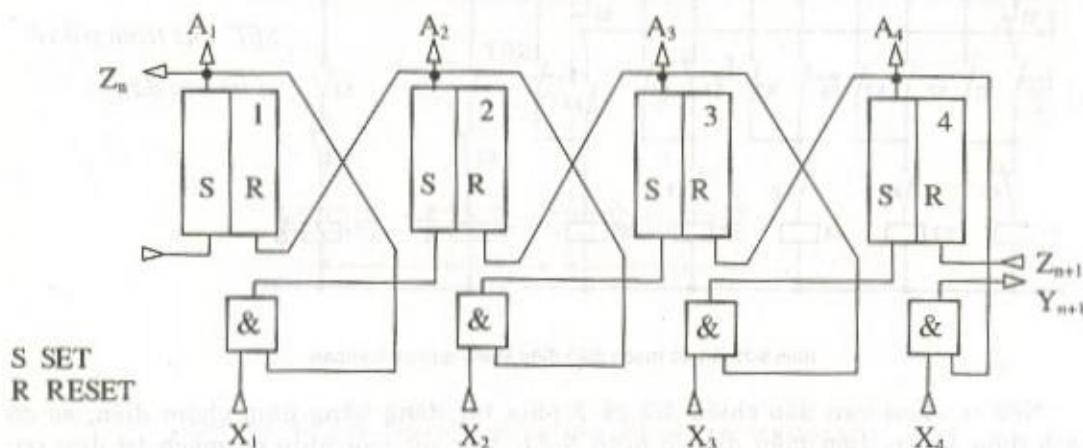
2. Mạch điều khiển theo nhịp

a) Cấu tạo khối của nhịp điều khiển

Nguyên tắc thực hiện của điều khiển theo nhịp là các bước thực hiện lệnh xảy ra lần lượt từng nhịp. Có nghĩa là khi các lệnh trong một nhịp thực hiện xong, thì sẽ thông báo cho nhịp tiếp theo, đồng thời sẽ xóa lệnh nhịp thực hiện trước đó.

Như vậy khối của nhịp điều khiển gồm các chức năng sau:

- Chuẩn bị cho nhịp tiếp theo
- Xóa các lệnh của nhịp trước đó
- Thực hiện lệnh của tín hiệu điều khiển.

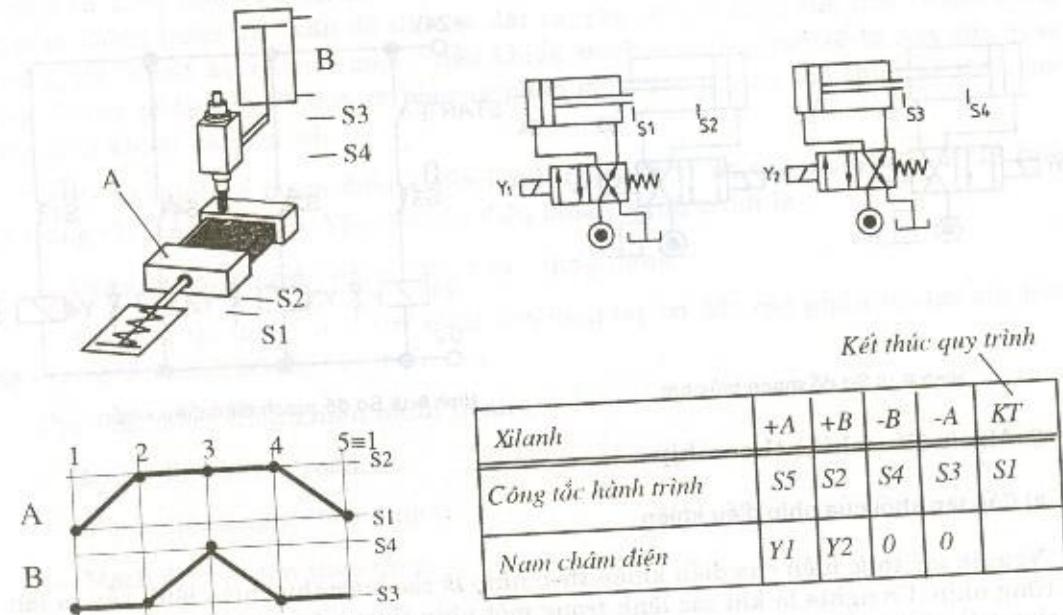


Hình 9-20 Mạch logic của chuỗi điều khiển nhịp theo DIN 40 700

Biểu diễn đơn giản chuỗi điều khiển theo nhịp được trình bày ở *hình 9-20*. Nhịp thứ n Z_n sẽ được xóa bằng nhịp cuối cùng Z_{n+1} .

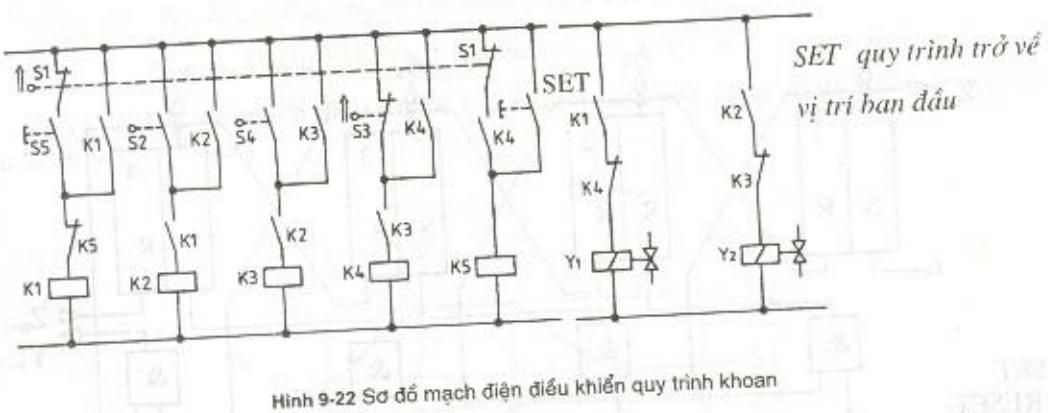
b) Ví dụ quy trình điều khiển theo nhịp

Quy trình mạch điều khiển theo nhịp với 2 xilanh biểu diễn ở *hình 9-21*, *9-22*. Khi tác động vào nút ấn S5, các xilanh sẽ thực hiện quy trình theo yêu cầu đề ra.



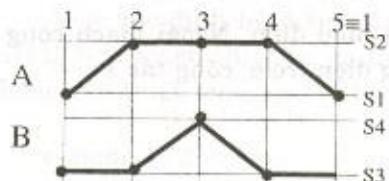
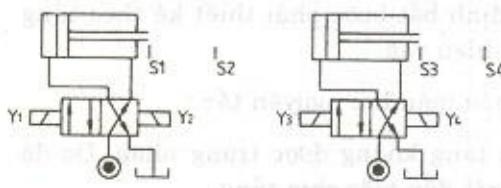
Hình 9-21 Quy trình điều khiển 2 xilanh

Mỗi nhịp đều có mạch tự duy trì (*hình 9-22*). Sau khi ấn nút *khởi động* S5, lần lượt nhịp 1 cho đến các nhịp tiếp theo sẽ đóng mạch. Nhịp cuối cùng tác động cho quy trình trở về vị trí ban đầu.



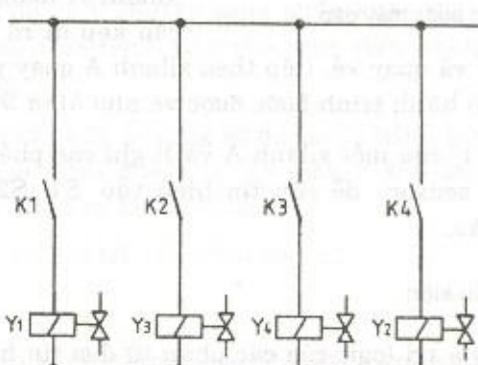
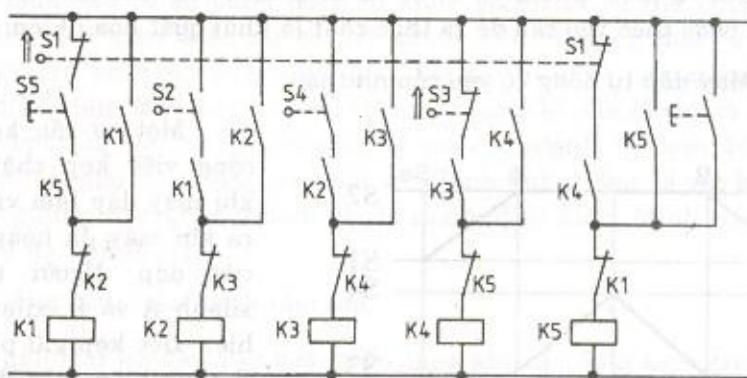
Hình 9-22 Sơ đồ mạch điện điều khiển quy trình khoan

Nếu ta chọn van đảo chiều 4/2 cả 2 phía tác động bằng nam châm điện, sơ đồ mạch điều khiển điện biểu diễn ở *hình 9-23*. Mặc dù mỗi nhịp có mạch tự duy trì, nhưng nếu nhịp tiếp theo được thực hiện, thì nhịp trước đó phải được xóa.



Kết thúc quy trình

Xilanh	+A	+B	-B	-A	KT
Công tắc hành trình	S5	S2	S4	S3	S1
Nam châm điện	Y1	Y3	Y4	Y2	



Hình 9-23 Quy trình điều khiển với van đảo chiều 4/2 hai đầu điện tử

3. Phương pháp thiết kế mạch điều khiển theo tầng

Phương pháp thiết kế mạch điều khiển theo tầng là phương pháp thiết kế thành từng tầng riêng. Ở mỗi tầng hoàn thành một hoặc một số bước của chu kỳ điều khiển. Sự khác nhau cơ bản có tính chất quyết định bắt buộc phải thiết kế theo tầng (không thể theo mạch tuần tự) là ở đặc điểm tín hiệu vào.

Trong thiết kế mạch điều khiển tầng cần thỏa mãn hai nguyên tắc :

- Tín hiệu vào ở các bước trong cùng một tầng không được trùng nhau. Do đó gặp các bước có tín hiệu vào giống nhau ta phải xét đến việc chia tầng.
- Tại thời điểm bất kỳ chỉ có duy nhất một tầng điều khiển hoạt động.

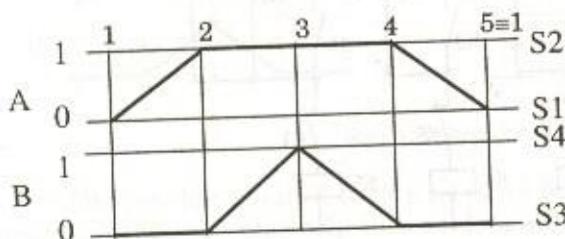
Trong điều khiển điện-thủy lực tín hiệu vào là tín hiệu điện. Ngoài mạch công tác bằng thủy lực ta phải thiết kế mạch điều khiển bằng điện (rôle, công tắc).

Phương pháp được chia thành các bước sau:

a) **Bước 1:** Vẽ sơ đồ hành trình bước.

Theo nhiệm vụ điều khiển, vẽ sơ đồ hành trình bước (như mục I.4). Việc vẽ sơ đồ hành trình bước theo yêu cầu đề ra thực chất là khái quát hóa nhiệm vụ thiết kế.

Ví dụ 1: Máy dập tự động có yêu cầu như sau.



Hình 9-24 Sơ đồ hành trình bước máy dập

đó xilanh B di ra dập chi tiết và quay về, tiếp theo xilanh A quay về, chi tiết gia công xong có thể được lấy ra. Sơ đồ hành trình bước được vẽ như *hình 9-24*.

Ở các mức vị trí "0" và "1" của mỗi xilanh A và B ghi các phần tử S1, S2, S3, S4 là các công tắc hành trình, sensor. để cấp tín hiệu vào. S1, S2, S3, S4 thuộc các nhóm phần tử đưa tín hiệu vào.

b) **Bước 2 : Xác định hệ điều kiện.**

Hệ điều kiện là tổ hợp giá trị logic của các phần tử đưa tín hiệu vào. Ta quy ước giá trị logic của mỗi phần tử đưa tín hiệu vào như sau.

Khi một phần tử nhận được tín hiệu từ cuối hành trình của xilanh (đối với công tắc hành trình là sự tác động lên công tắc) thì ở đó được ghi giá trị 1 cho phần tử này trong bảng hệ điều kiện, ngược lại khi không nhận tín hiệu (không bị tác động) nó nhận giá trị 0. Bảng hệ điều kiện được ghi ra cho tất cả các bước từ đầu đến cuối chu kỳ. Như ví dụ nêu ra ở bước một, ta lập bảng hệ điều kiện như *bảng 9-1*.

Một cơ cấu kẹp thực hiện công việc kẹp chặt phôi trong khi máy dập làm việc và sẽ nhả ra khi máy đã hoàn tất một chi tiết dập. Người ta dùng hai xilanh A và B, xilanh A sẽ thực hiện việc kẹp giữ phôi và xilanh B thực hiện việc dập. Đầu tiên xilanh A mang hàm động của cơ cấu kẹp di ra kẹp chặt phôi, sau

BÀNG 9-1

Bước	S1	S2	S3	S4
1	1	0	1	0
2	0	1	1	0
3	0	1	0	1
4	0	1	1	0
5	1	0	1	0

Việc xác định hệ điều kiện sẽ cung cấp thông tin cho các bước tiếp theo. Trong trường hợp người thiết kế có thể nhận biết trực tiếp trên sơ đồ hành trình bước thì không cần thiết phải viết ra bảng hệ điều kiện.

c) Bước 3 : Chia tầng.

Chia tầng là bước quan trọng nhất, nó quyết định mạch thiết kế nhận được. Việc chia tầng được dựa vào cơ sở bảng hệ điều kiện. Người ta có thể chọn ra một số xilanh để xét hệ điều kiện hoặc tất cả các xilanh. Ví dụ trong một hệ thống điều khiển có bốn xilanh làm việc, ta có thể chọn hai, ba hoặc cả bốn xilanh để xét hệ điều kiện. Hệ điều kiện là tổ hợp logic trích ra từ bảng hệ điều kiện có các phần tử tham gia là các phần tử đưa tín hiệu vào thông qua các xilanh đã chọn. Người ta cũng có thể chọn ra ở mỗi giai đoạn làm việc một số xilanh khác nhau để xét hệ điều kiện. Hệ điều kiện xác định từ một số xilanh gọi là nhóm điều kiện. Minh họa nhóm điều kiện như ở ví dụ 2 (hình 9-25).

Cách chia tầng được tiến hành như sau.

Ta xét từ đầu chu kỳ đến các bước tiếp theo khi các điều kiện trùng nhau thì dừng lại và lui về một bước để chia tầng, tức là phải chuyển sang tầng khác ở trước đó một bước. Sau khi đã tách chuyển sang phần khác thì tiếp tục xét từ vị trí đã được tách đến các bước sau. Quá trình như thế được tiến hành cho đến cuối chu kỳ và sẽ được số tầng xác định.

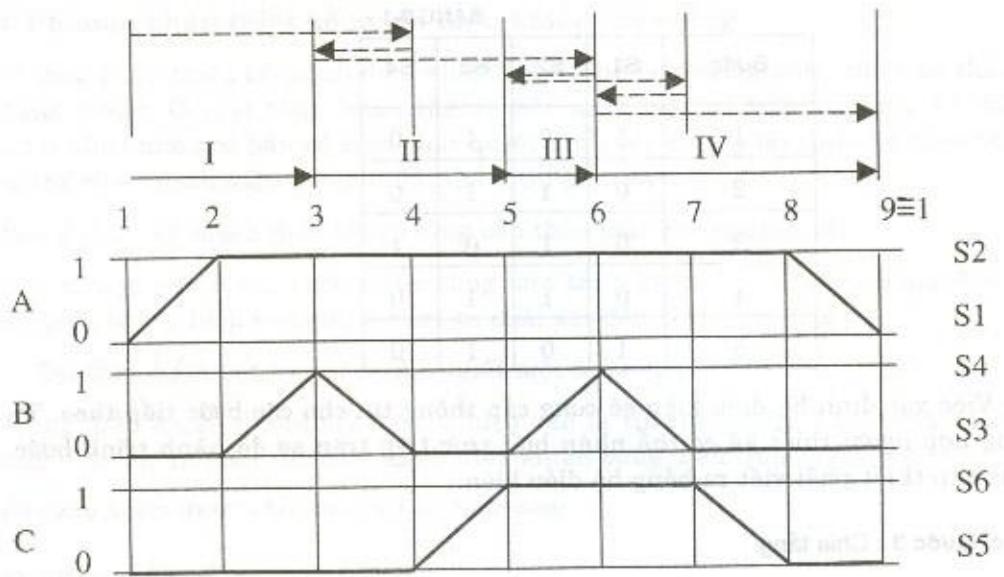
Ở ví dụ 1 bước 2 và bước 4 trong sơ đồ hành trình bước hệ điều kiện trùng nhau, việc chia tầng bắt buộc phải ở bước 3. Từ bước 3 xét đến cuối chu kỳ không có điều kiện trùng do đó phải chia ra làm 2 tầng.

Tầng 1 | A+ B+ (+: ở vị trí 1; -: ở vị trí 0);

Tầng 2 | B- A-

Trong trường hợp không lập bảng hệ điều kiện, người thiết kế có thể quan sát trực tiếp trên sơ đồ hành trình bước, thực hiện theo chiều từ trái sang phải để chia tầng (như ví dụ 2 và 3).

Ví dụ 2 : Thực hiện chia tầng trên sơ đồ hành trình bước với ba xilanh hoạt động như hình 9-25.



Hình 9-25 Sơ đồ hành trình bước với ba xilanh hoạt động

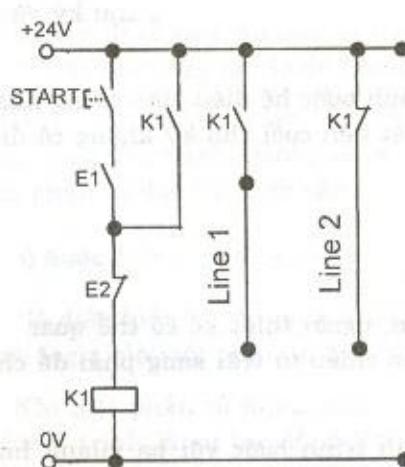
Mũi tên nét dứt chỉ quá trình thực hiện, mũi tên nét đậm là các tầng nhận được.

Các tầng nhận được :

Tầng 1 (I) | A+ B+ ; Tầng 2 (II) | B- C+ ; Tầng 3 (III) | B+ ; Tầng 4 (IV) | B- C- A-

Hệ điều kiện ở đây chỉ xét đối với sơ đồ hành trình bước của xilanh A và xilanh B. Nếu xét hệ điều kiện đối với sơ đồ hành trình bước của cả ba xilanh A, B và C thì ta chỉ cần chia thành ba tầng (Xem thêm lời giải bài tập 9, chương 10).

Trong một vài trường hợp khi chia tầng người ta còn biểu diễn sơ đồ chu kỳ vòng (xem ví dụ 3, hình 9-32). Tầng cuối cùng nhập vào tầng đầu tiên (nếu không trùng điều kiện).



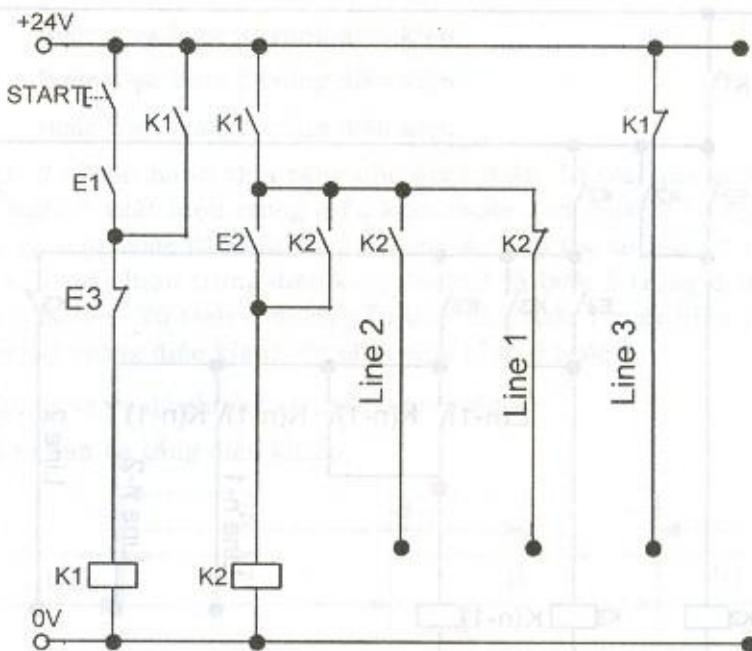
d) **Bước 4:** Cách thiết kế mạch điện các tầng trong điều khiển.

Các tầng điều khiển trong mạch điện được tạo ra bằng các role.

Để tạo ra hai tầng người ta dùng một role. Mạch điện hai tầng được thiết kế như hình 9-26. Trong hình vẽ các "Line" là các tầng.

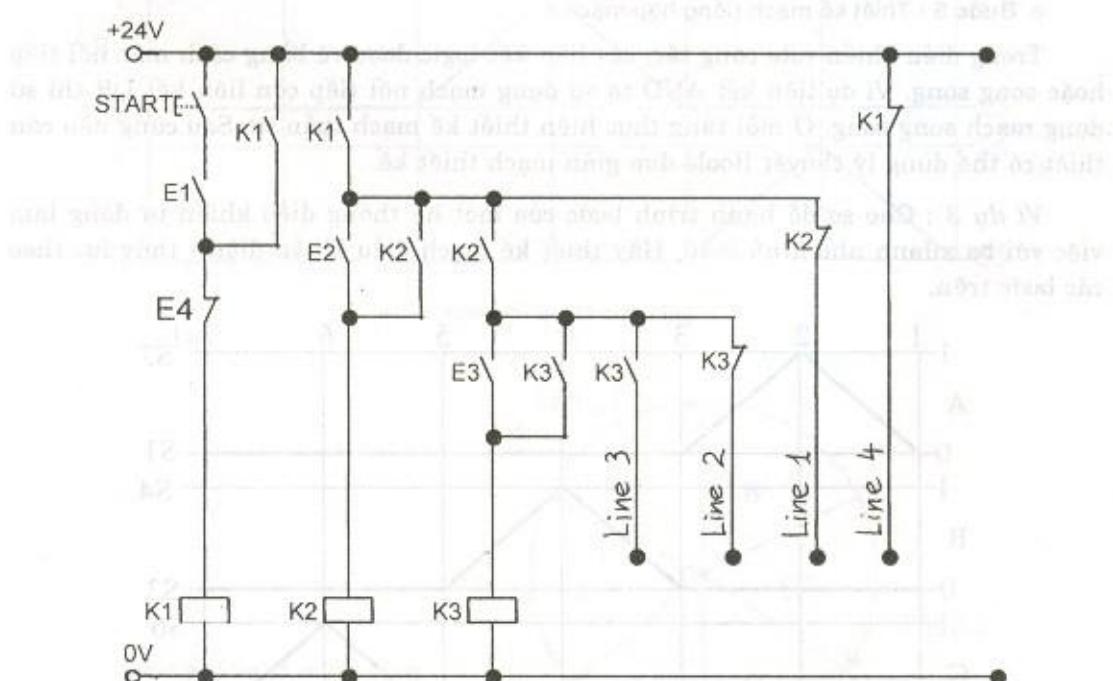
Hình 9-26 Mạch điện hai tầng

Để tạo ra ba tầng người ta dùng hai role. Mạch điện ba tầng được thiết kế như hình 9-27.



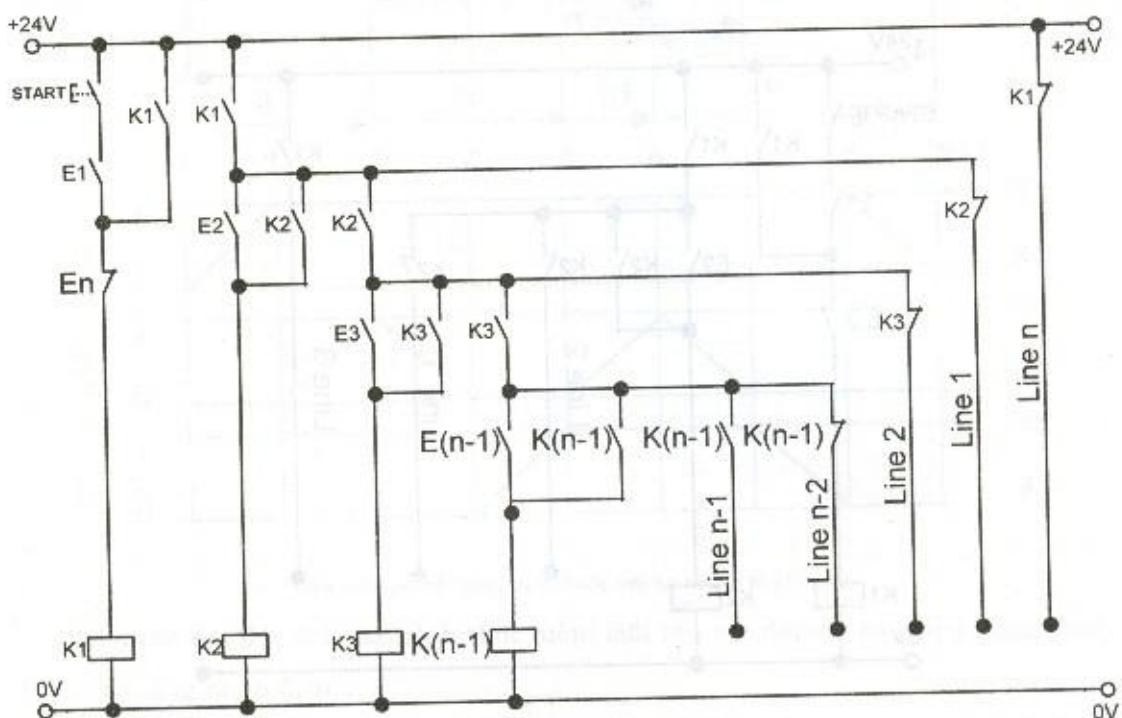
Hình 9-27 Mạch điện ba tầng

Để tạo ra bốn tầng người ta dùng ba role. Mạch điện bốn tầng được thiết kế như hình 9-28.



Hình 9-28 Mạch điện bốn tầng

Để tạo ra n tầng người ta dùng (n-1) role. Mạch điện n tầng được thiết kế như *hình 9-29*.



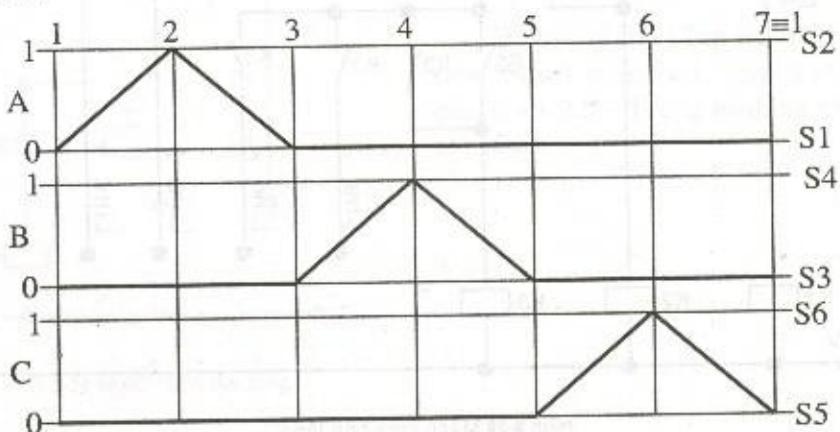
Hình 9-29 Mạch điện n tầng

Cần đặc biệt chú ý là tại bất kỳ thời điểm nào cũng chỉ có một tầng hoạt động. Các tầng khác không có điện.

e. Bước 5 : Thiết kế mạch (tổng hợp mạch).

Trong điều khiển role công tác, các liên kết logic được vẽ bằng cách mắc nối tiếp hoặc song song. Ví dụ liên kết AND ta sử dụng mạch nối tiếp còn liên kết OR thì sử dụng mạch song song. Ở mỗi tầng thực hiện thiết kế mạch tuần tự. Sau cùng nếu cần thiết có thể dùng lý thuyết Boole đơn giản mạch thiết kế.

Ví dụ 3 : Cho sơ đồ hành trình bước của một hệ thống điều khiển tự động làm việc với ba xilanh như *hình 9-30*. Hãy thiết kế mạch điều khiển điện - thủy lực theo các bước trên.



Hình 9-30 Sơ đồ hành trình bước của ví dụ 3

Giải: Theo phương pháp đã nêu bước một đã được hoàn tất.

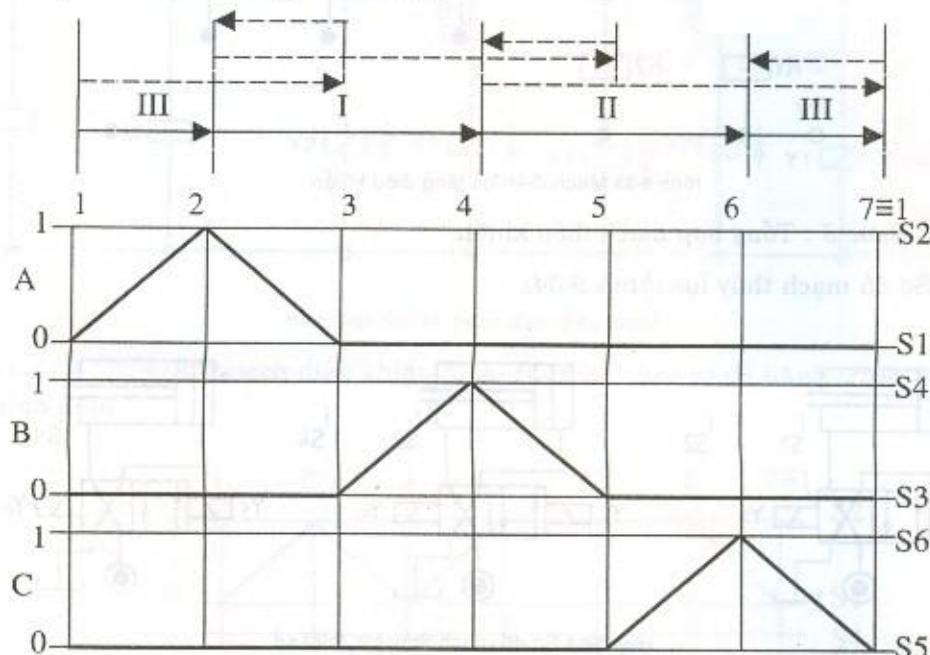
* *Bước 2:* Quan sát trực tiếp trên sơ đồ hành trình bước.

- Bước 1 và bước 3 trùng điệu kiện.
- Bước 3 và bước 5 trùng điệu kiện.
- Bước 5 và bước 7 trùng điệu kiện.

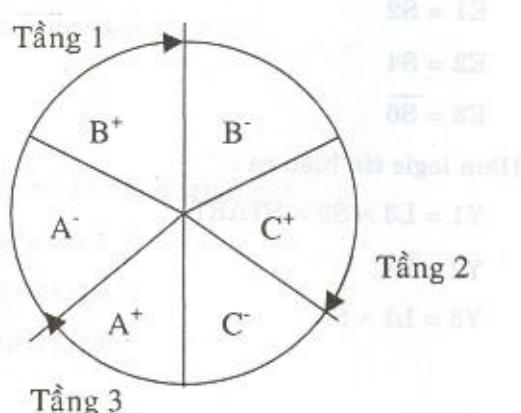
* *Bước 3:* Tiến hành chia tầng như *hình 9-31*. Từ trái qua phải theo mũi tên nét đứt đến bước 3 xuất hiện trùng điệu kiện (bước 1 và bước 3 trùng điệu kiện), ta dừng lại, lùi về một bước để chia tầng ở bước 2. Tiếp tục từ bước 2 di chuyển sang phải đến bước 5 xuất hiện trùng điệu kiện (bước 3 và bước 5 trùng điệu kiện). Ta lui về chia tầng ở bước 4. Từ bước 4 di chuyển tiếp đến bước 7 xuất hiện trùng điệu kiện (bước 5 và bước 7 trùng điệu kiện). Ta phải chia tầng ở bước 6.

Tiếp theo ta vẽ sơ đồ chu kỳ vòng như *hình 9-32*.

Kết quả ta cần ba tầng điều khiển.

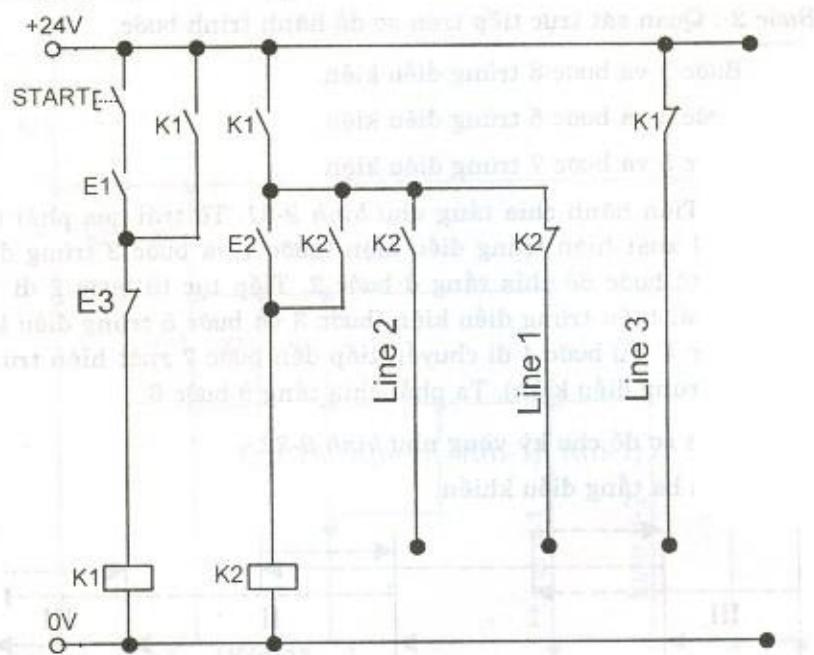


Hình 9-31 Sơ đồ chia tầng



Hình 9-32 Sơ đồ chu kỳ vòng

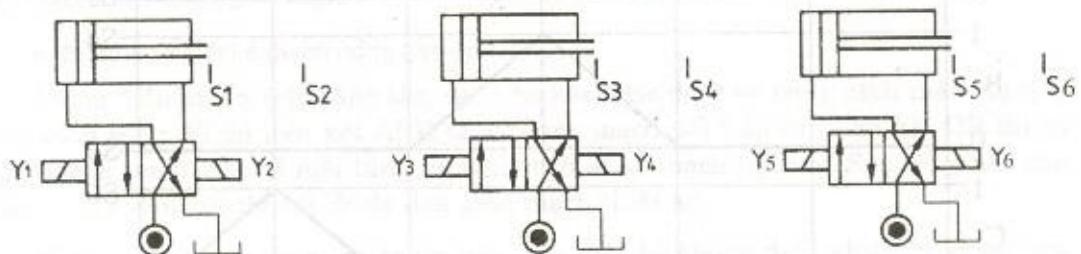
* Bước 4 : Để tạo ra ba tầng điều khiển, ta dùng hai role (hình 9-33).



Hình 9-33 Mạch điện ba tầng điều khiển

* Bước 5 : Tổng hợp mạch điều khiển.

- Sơ đồ mạch thủy lực (hình 9-34).



Hình 9-34 Sơ đồ mạch thủy lực thiết kế

Hàm logic tín hiệu vào :

$$E1 = S2$$

$$E2 = S4$$

$$E3 = \overline{S6}$$

Hàm logic tín hiệu ra :

$$Y1 = L3 \wedge S5 \wedge START$$

$$Y2 = L1$$

$$Y3 = L1 \wedge S1$$

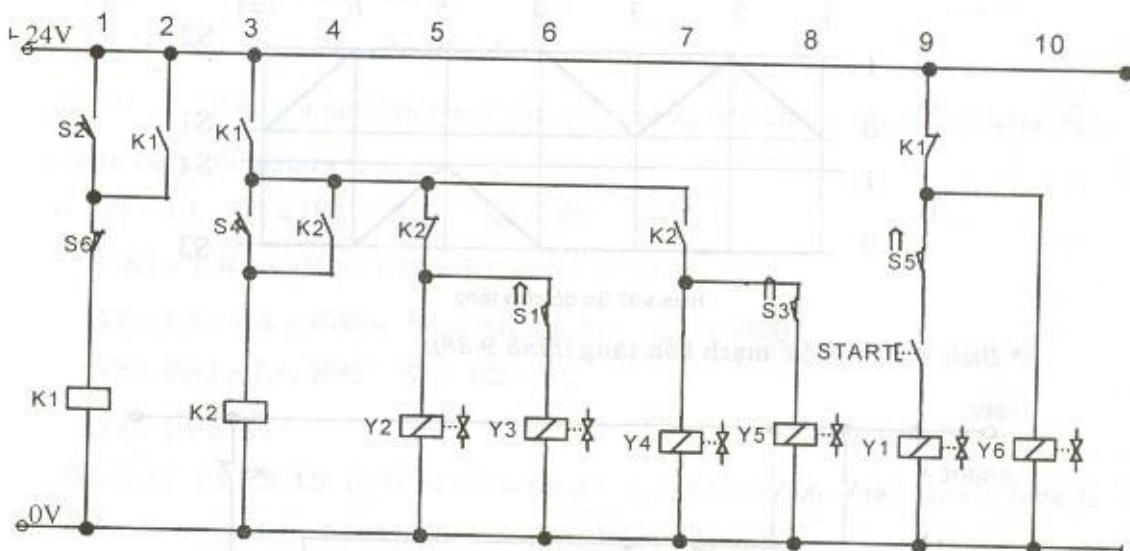
$$Y4 = L2$$

$$Y5 = L2 \wedge S3$$

$$Y6 = L3$$

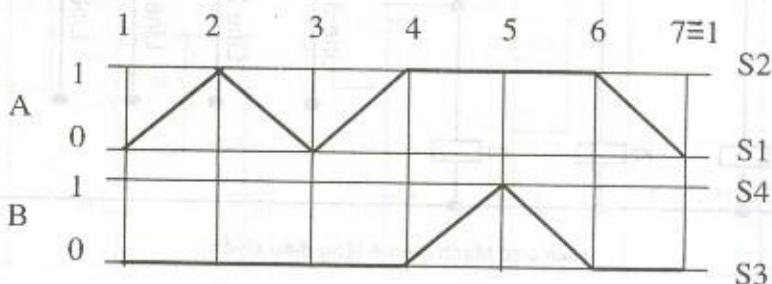
Trong đó : L1, L2, L3 là hàm các tầng 1, 2, 3 (Line 1, Line 2, Line 3).

- *Sơ đồ mạch điện điều khiển (hình 9-35)*



Hình 9-35 Sơ đồ mạch điện điều khiển

Ví dụ 4: Thiết kế mạch điều khiển điện- thủy lực theo sơ đồ hành trình bước như trên hình 9-36.



Hình 9-36 Sơ đồ hành trình bước của ví dụ 4

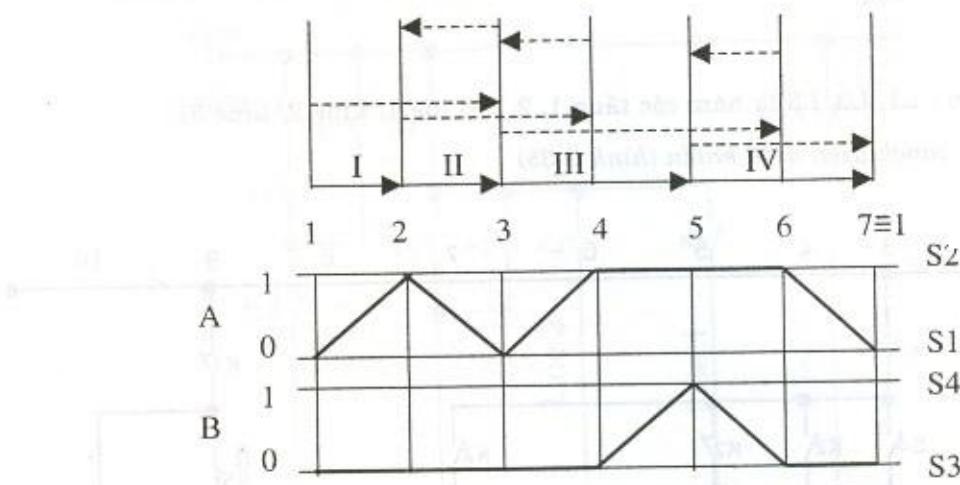
Giải :

* *Bước 1 : Đã hoàn tất.*

* *Bước 2 : Quan sát trực tiếp trên sơ đồ hành trình bước.*

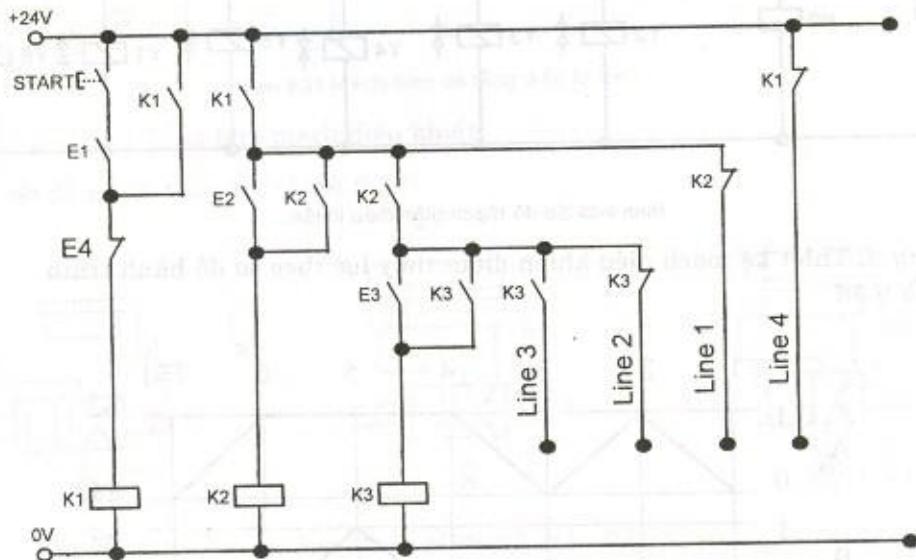
- Bước 1 và bước 3 trùng điều kiện.
- Bước 2 và bước 4 trùng điều kiện.
- Bước 4 và bước 6 trùng điều kiện.

* Bước 3 : Thực hiện chia tầng biểu diễn như hình 9-37.

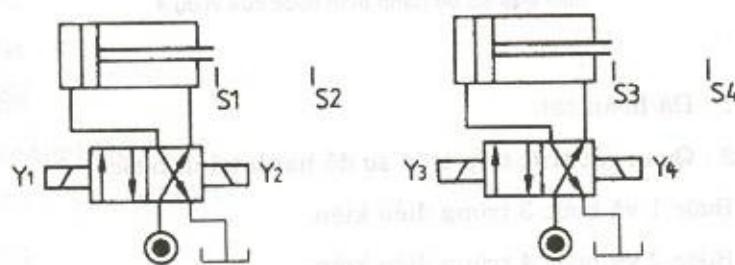


Hình 9-37 Sơ đồ chia tầng

* Bước 4 : Thiết kế mạch bốn tầng (hình 9-38).



Hình 9-38 Mạch điện 4 tầng điều khiển



Hình 9-39 Sơ đồ mạch thủy lực

* Bước 5 : Tổng hợp mạch điều khiển.

- Sơ đồ mạch thủy lực được trình bày ở hình 9-39.

Hàm logic của tín hiệu vào :

$$E_1 = \text{START} \wedge S_1 = \text{START} \wedge S_1$$

$$E_2 = S_2 \wedge S_3 = KS_2 \wedge KS_3$$

$$E_3 = S_1 \wedge S_3 = KS_1 \wedge KS_3$$

$$E_4 = \overline{S_4 \wedge S_2} = \overline{S_4} \vee \overline{S_2} \text{ (luật De Morgan)}$$

Vì $\overline{S_4}$ chỉ tham gia một lần trong tín hiệu vào E_4 nên không cần dùng thêm $\overline{S_2}$.

Hàm logic tín hiệu ra :

$$Y_1 = L_1 \vee L_3 = (K_1 \wedge \overline{K_2}) \vee (K_1 \wedge K_2 \wedge K_3)$$

$$= K_1 \wedge [\overline{K_2} \vee (K_2 \wedge K_3)] = K_1 \wedge (\overline{K_2} \vee K_3)$$

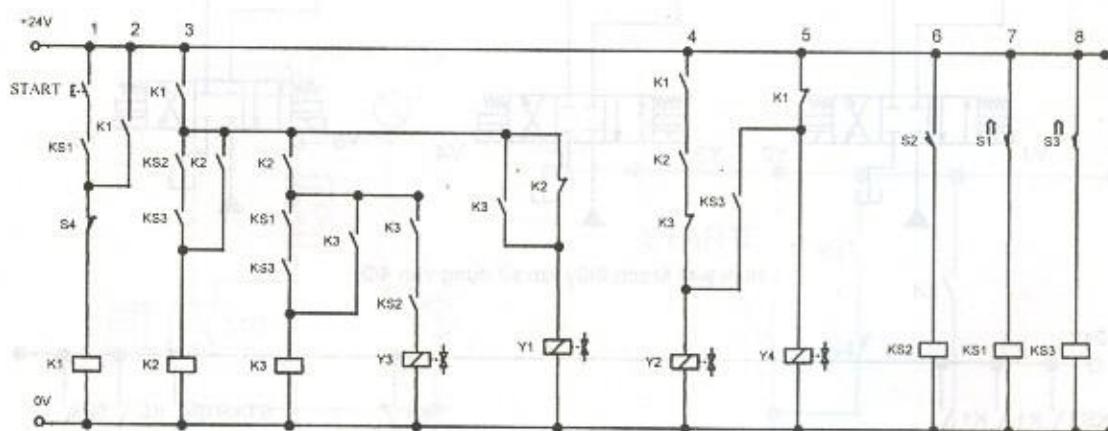
$$Y_2 = L_2 \vee (L_4 \wedge KS_3) = (K_1 \wedge K_2 \wedge \overline{K_3}) \vee (\overline{K_1} \wedge KS_3)$$

$$Y_3 = KS_2 \wedge L_3 = KS_2 \wedge K_1 \wedge K_2 \wedge K_3$$

$$Y_4 = L_4 = \overline{K_1}$$

Trong đó : L_1, L_2, L_3, L_4 là hàm các tầng 1, 2, 3, 4 (Line 1, Line 2, Line 3, Line 4)

- Sơ đồ mạch điện điều khiển được thiết kế như hình 9-40.



Hình 9-40 Sơ đồ mạch điện điều khiển

- Giải thích mạch :

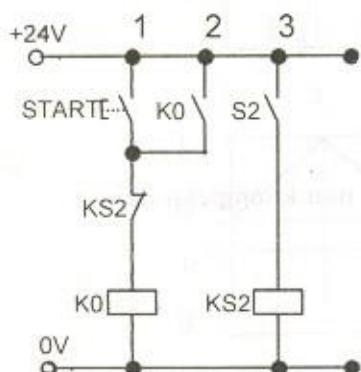
Ở mạch này công tắc hành trình S1 sử dụng hai lần nên phải dùng relay phụ KS1 để tạo ra nhiều tiếp điểm KS1 (nghĩa là khi S1 bị tác động thì có nhiều tiếp điểm KS1 hoạt động). Tương tự như thế dùng thêm relay phụ KS2 và KS3.

Lưu ý trường hợp mạch thiết kế dùng van đảo chiều 4/3 :

Trong trường hợp có những yêu cầu cần sử dụng van đảo chiều 4/3, việc thiết kế trước tiên cũng tiến hành theo các bước như trên (nghĩa là giống như đối với van 4/2).

Sau đó có thể cần thiết kế thêm mạch khởi động duy trì cho phù hợp với đặc tính hoạt động của van 4/3.

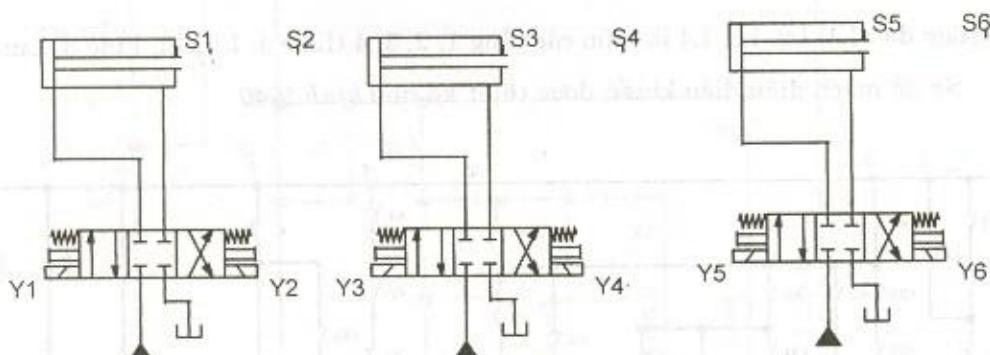
Để minh họa rõ hơn ta xét lại ví dụ 3 đã nêu ở trên, chỉ thay đổi các van 4/2 bằng 4/3. Thiết kế những phần bổ sung cho mạch điều khiển được tiến hành như sau.



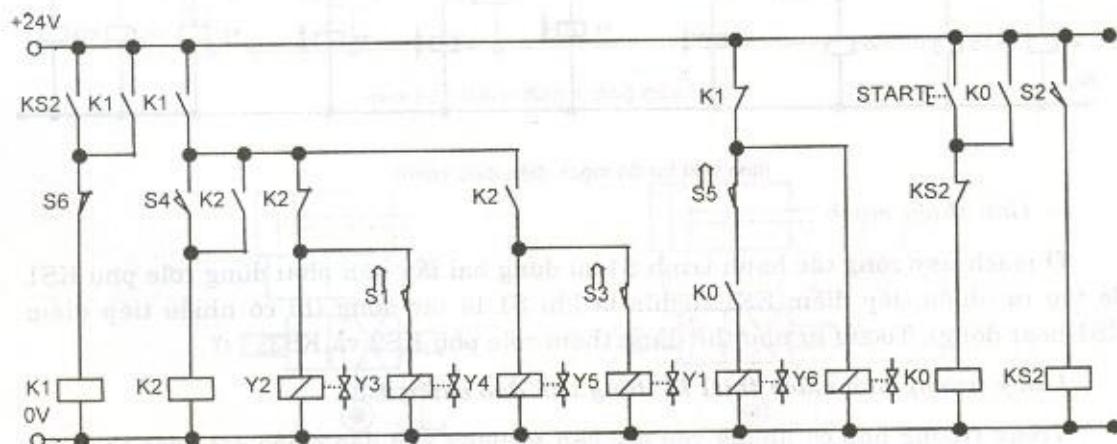
Hình 9-41 Mạch khởi động duy trì cho trường hợp dùng van đảo chiều 4/3

Van 4/3 khác với van 4/2 ở chỗ có thêm vị trí giữa, nếu cả hai đầu điện từ không có điện thì con trượt ở vị trí giữa. Khi ta nhấn nút START và buông ra thì con trượt ở vị trí giữa, xilanh A dừng lại. Do đó để thiết kế mạch cho van 4/3, ta sử dụng thêm một role để duy trì cho nút START (hình 9-41). Đến khi xilanh A di ra và chạm vào công tắc hành trình S2, role KS2 có điện làm tiếp điểm thường đóng ở nhánh 1 mở sê ngắt mạch duy trì.

Sơ đồ mạch thủy lực xem [hình 9-42](#), sơ đồ mạch điện điều khiển xem [hình 9-43](#) (sử dụng kết quả của ví dụ 3 và thêm phần bổ sung).



Hình 9-42 Mạch thủy lực sử dụng van 4/3



Hình 9-43 Mạch điện điều khiển trong trường hợp dùng van thủy lực 4/3

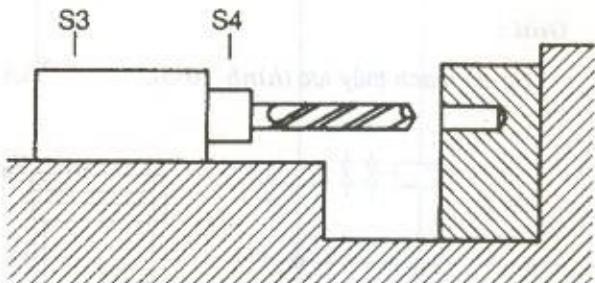
CHƯƠNG 10

CÁC BÀI TẬP ỨNG DỤNG

1. Bài tập 1 : THIẾT BỊ KHOAN (hình 10-1)

Thiết kế mạch điều khiển thủy lực của một đầu khoan tự động, với yêu cầu kỹ thuật như sau:

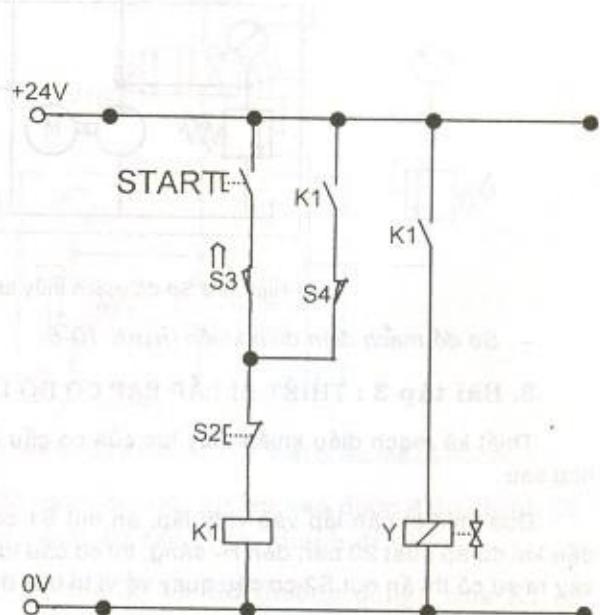
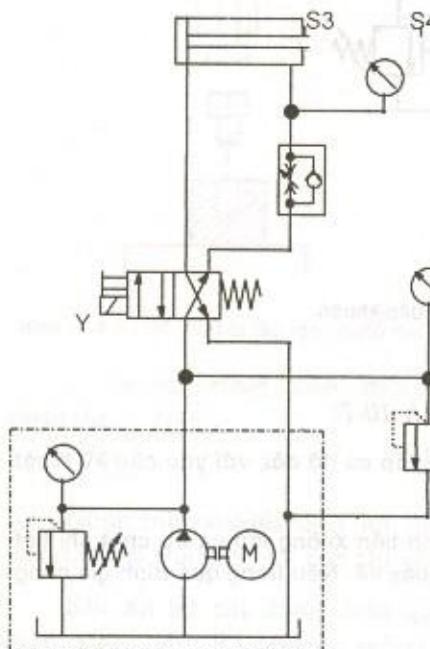
Đưa chi tiết vào vị trí cần khoan, khi đó ta ấn nút START, đầu khoan tự động tiến đến và khoan chi tiết. Đến khi đủ chiều sâu cần thiết đầu khoan tự động quay về. Trong quá trình gia công nếu xảy ra sự cố ta ấn nút S2, đầu khoan tự động lui về.



Hình 10-1 Sơ đồ thiết bị khoan

Giải :

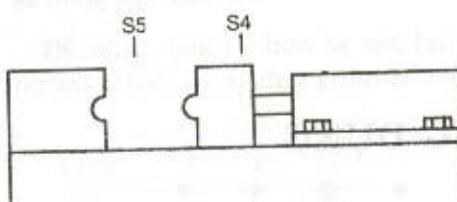
- Sơ đồ mạch thủy lực (hình 10-2).
- Sơ đồ mạch điện điều khiển (hình 10-3).



Hình 10-3 Mạch điện điều khiển thiết bị khoan

Hình 10-2 Sơ đồ mạch thủy lực thiết bị khoan

2. Bài tập 2: THIẾT BỊ DẬP KHUÔN (hình 10-4)



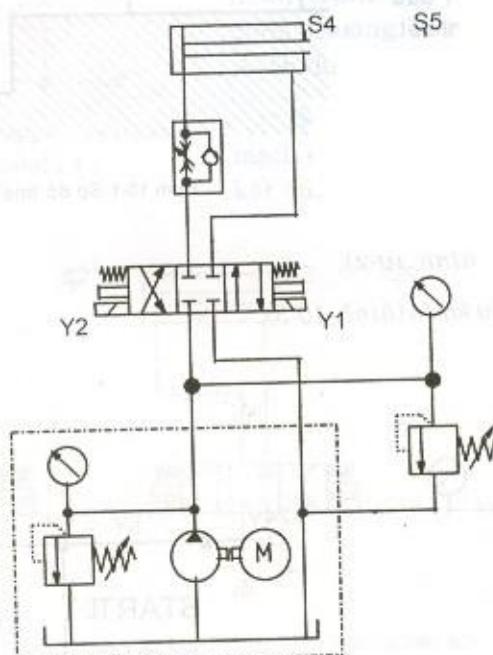
Hình 10-4 Sơ đồ thiết bị dập khuôn

Thiết kế mạch thủy lực điều khiển máy dập khuôn, với yêu cầu kỹ thuật sau:

Lúc đầu, đầu dập ở vị trí chờ, khi đưa chi tiết cần dập vào ta ấn nút S1, đầu dập tịnh tiến ra và dập chi tiết, đầu dập vẫn giữ nguyên vị trí đó. Sau đó, ta ấn nút S2 đầu dập quay về. Trong quá trình gia công nếu xảy ra sự cố, ấn nút S3 đầu dập sẽ dừng lại ở vị trí đó.

Giải :

- Sơ đồ mạch thủy lực (hình 10-5).



Hình 10-5 Sơ đồ mạch thủy lực thiết bị dập khuôn

- Sơ đồ mạch điện điều khiển (hình 10-6).

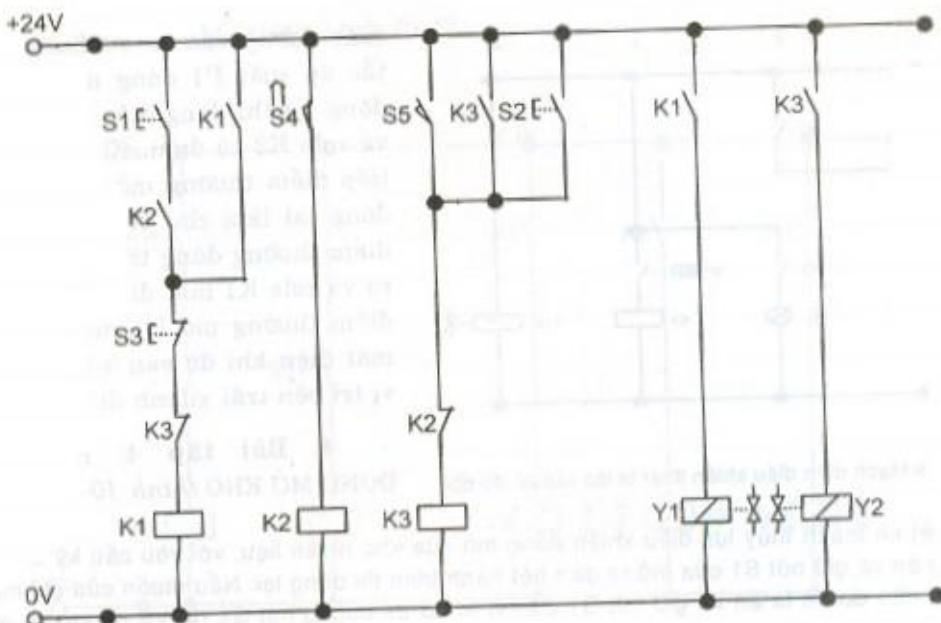
3. Bài tập 3 : THIẾT BỊ LẮP RÁP CÓ ĐỘ DÔI (hình 10-7)

Thiết kế mạch điều khiển thủy lực của cơ cấu dùng để lắp có độ dôi, với yêu cầu kỹ thuật như sau:

Đưa chi tiết cần lắp vào vị trí lắp, ấn nút S1 cơ cấu tịnh tiến xuống lắp và ép chặt chi tiết đến khi đủ áp suất 20 bar, đèn H₁ sáng, thì cơ cấu tự động quay về. Nếu trong quá trình gia công xảy ra sự cố thì ấn nút S2 cơ cấu quay về vị trí ban đầu.

Giải :

- Sơ đồ mạch thủy lực (hình 10-8).



Hình 10-7 Sơ đồ thiết bị lắp ráp có độ dài

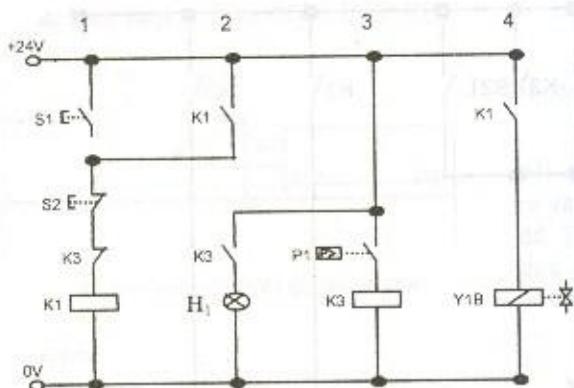
- Sơ đồ mạch điện điều khiển (hình 10-9).

- Giải thích :

Dùng một xilanh thủy lực để ép chốt vào chi tiết, lực ép vào được điều chỉnh 20 bar, khi áp suất đạt 20 bar thì công tắc áp suất P1 tác động, xilanh di về. Khi ấn S1 thì dòng điện qua nhánh 1 (do S2 và K3 thường đóng), rơle K1 có điện, tiếp điểm K1 thường mở trên nhánh 2 đóng lại làm tiếp điểm duy trì còn tiếp điểm thường mở trên nhánh 4 đóng lại và dòng điện qua nhánh 4 do đó Y1B có điện. Khi Y1B có điện thì van 4/2 làm việc ở vị trí bên trái và xilanh di ra chậm do có van tiết lưu một chiều ở đường dẫn dầu vào xilanh , khi xilanh ép chốt vào cho đến khi áp

áp

đến



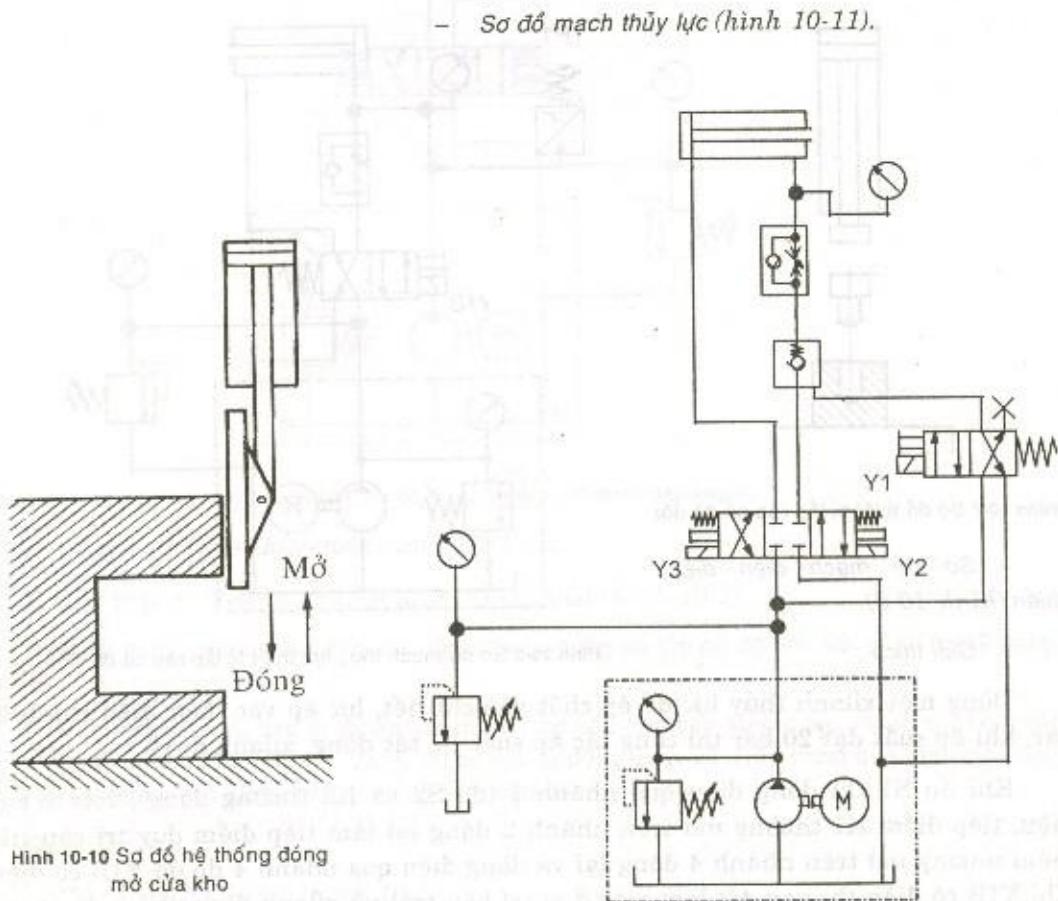
Hình 10-9 Mạch điện điều khiển thiết bị lắp ráp có độ dài

Thiết kế mạch thủy lực điều khiển đóng mở cửa kho nhiên liệu, với yêu cầu kỹ thuật như sau : Khi ấn và giữ nút S1 cửa mở ra đến hết hành trình thì dừng lại. Nếu muốn cửa chỉ mở đến một vị trí nào đó thì ta ấn và giữ nút S1 đến vị trí đó thì buông nút S1 ra. Và ngược lại nút S2 dùng để đóng cửa.

4. Bài tập 4: HỆ THỐNG ĐÓNG MỞ KHO (*hình 10-10*)

Giuli

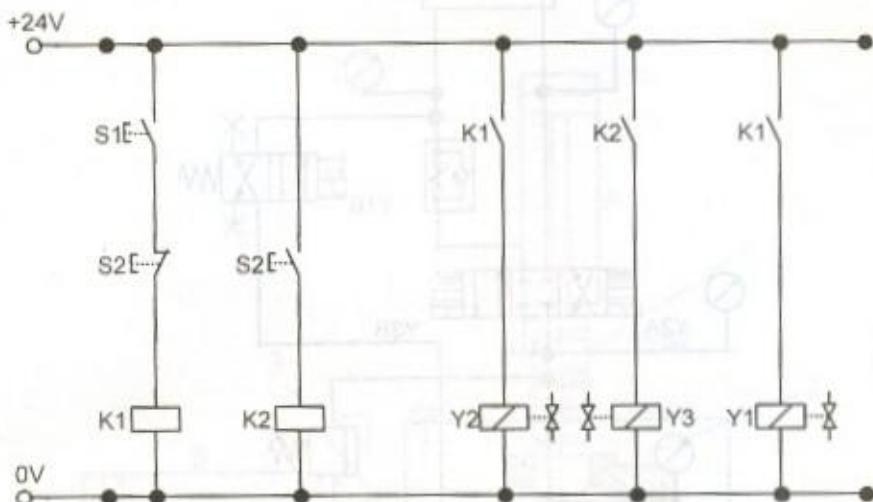
- Sơ đồ mạch thủy lực (hình 10-11).



Hình 10-10 Sơ đồ hệ thống đóng mở cửa kho

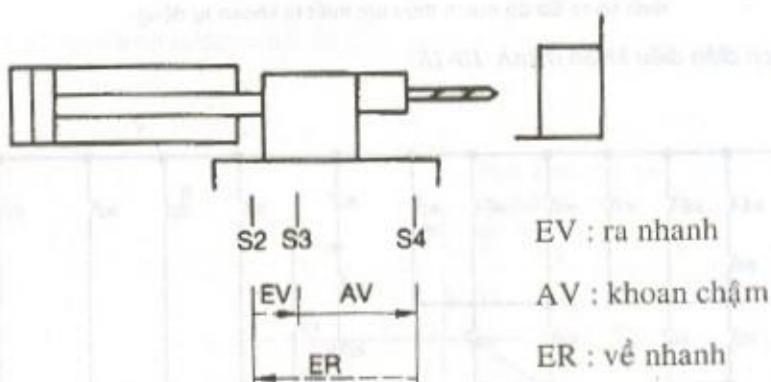
Hình 10-11 Sơ đồ mạch thủy lực hệ thống đóng mở cửa kho

- Sơ đồ mạch điện điều khiển (hình 10-12).



Hình 10-12 Mạch điện điều khiển hệ thống đóng mở cửa kho

5. Bài tập 5 : THIẾT BỊ KHOAN TỰ ĐỘNG (hình 10-13)

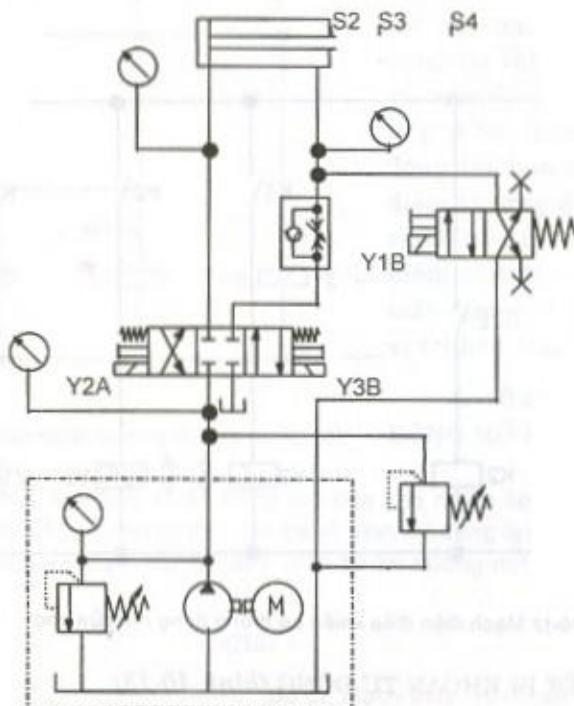


Hình 10-13 Sơ đồ thiết bị khoan tự động

Dùng xi lanh thủy lực để mang mũi khoan vào khoan một chi tiết, trên đường đi của mũi khoan có gắn 3 công tắc hành trình. Khi đi ra nhanh đến dụng vào S3 thì di chậm lại và khoa chi tiết, khoan cho tới khi dụng vào S4 thì di về, khi về thì di nhanh.

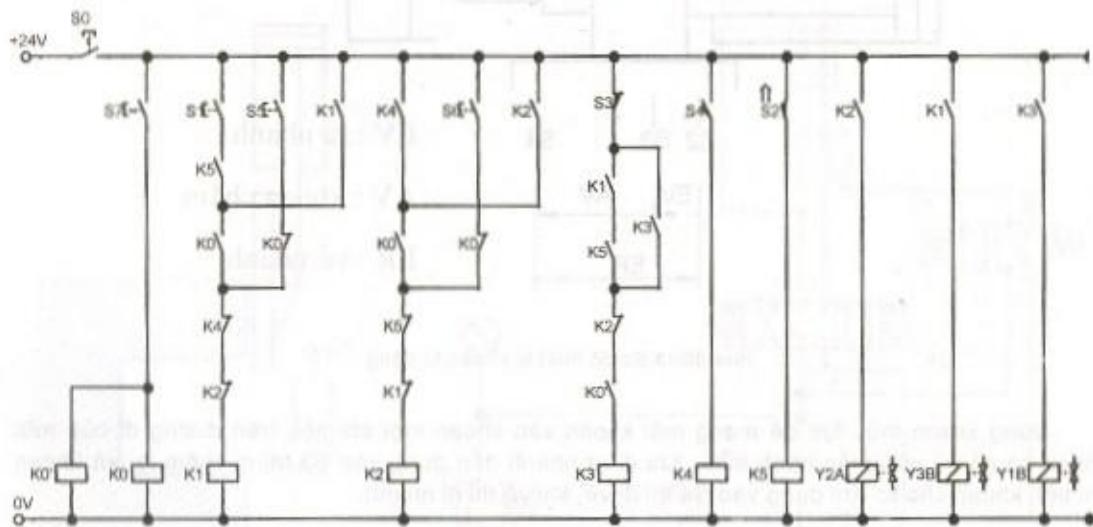
Giải :

- Sơ đồ mạch thủy lực (hình 10-14).



Hình 10-14 Sơ đồ mạch thủy lực thiết bị khoan tự động

– Sơ đồ mạch điện điều khiển (hình 10-15).

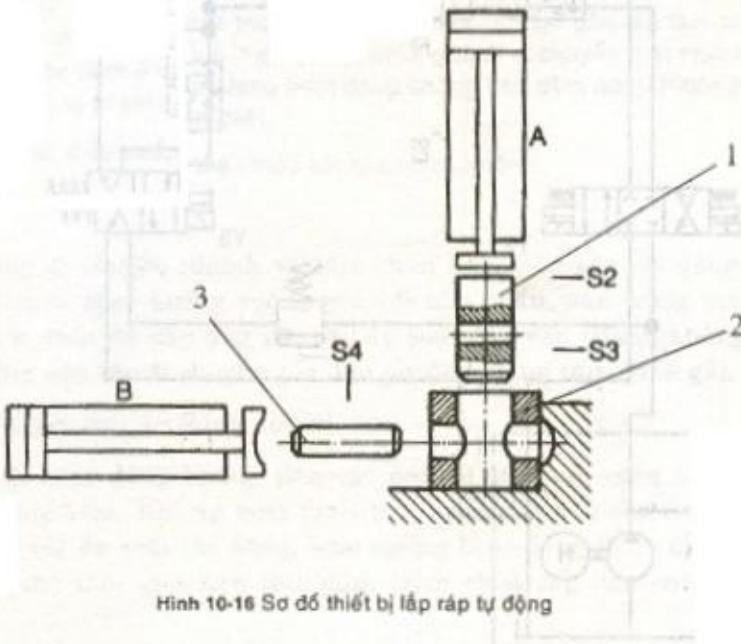


Hình 10-15 Mạch điện điều khiển thiết bị khoan tự động

6. Bài tập 6 : THIẾT BỊ LẮP RÁP TỰ ĐỘNG (hình 10-16)

Chi tiết (1) được lắp vào chi tiết (2) bằng xilanh A với tốc độ chậm, sau đó chi tiết (3) được lắp vào chi tiết (1) và (2) với tốc độ chậm bằng xilanh B; cho đến khi đạt được áp suất là 15 bar thì xilanh A di về, sau đó xilanh B di về kết thúc hành trình.

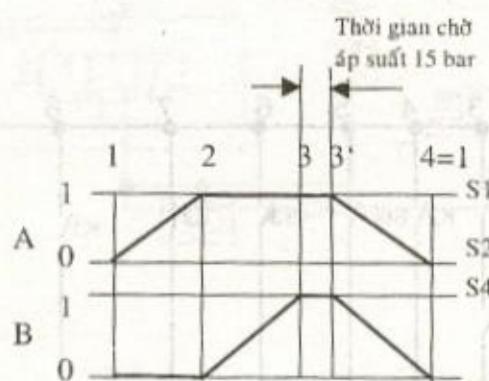
Yêu cầu thiết kế mạch điện và thủy lực như sau: Ấn nút START hành trình lắp ráp điều khiển xilanh A luôn đi về bất kỳ vị trí nào.



Hình 10-16 Sơ đồ thiết bị lắp ráp tự động

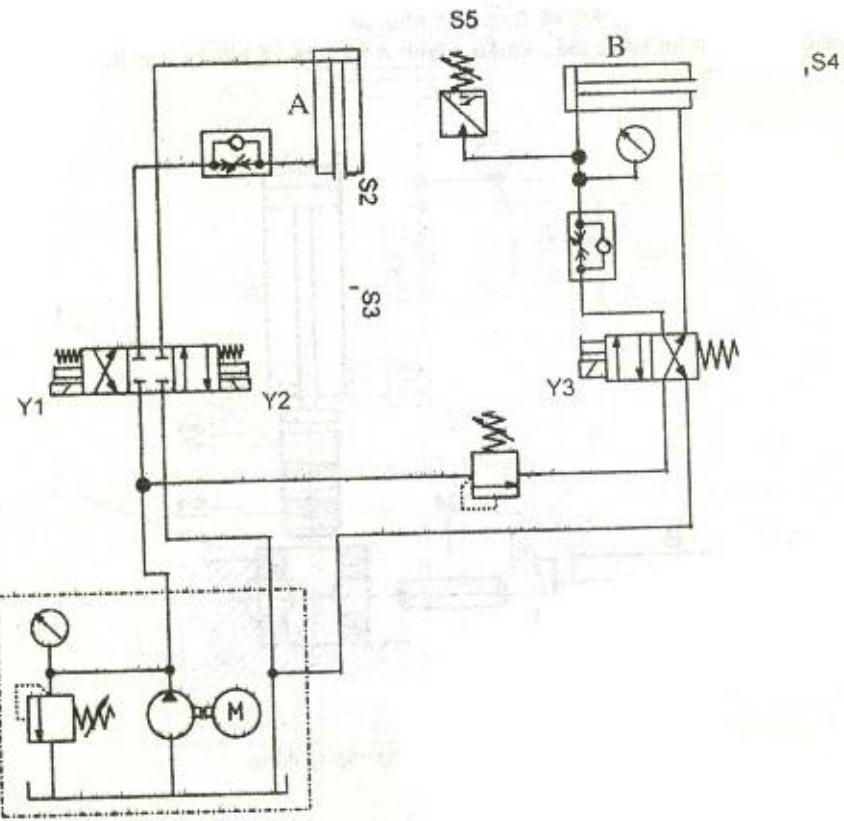
Giải :

- Vẽ sơ đồ hành trình bước (hình 10-17).



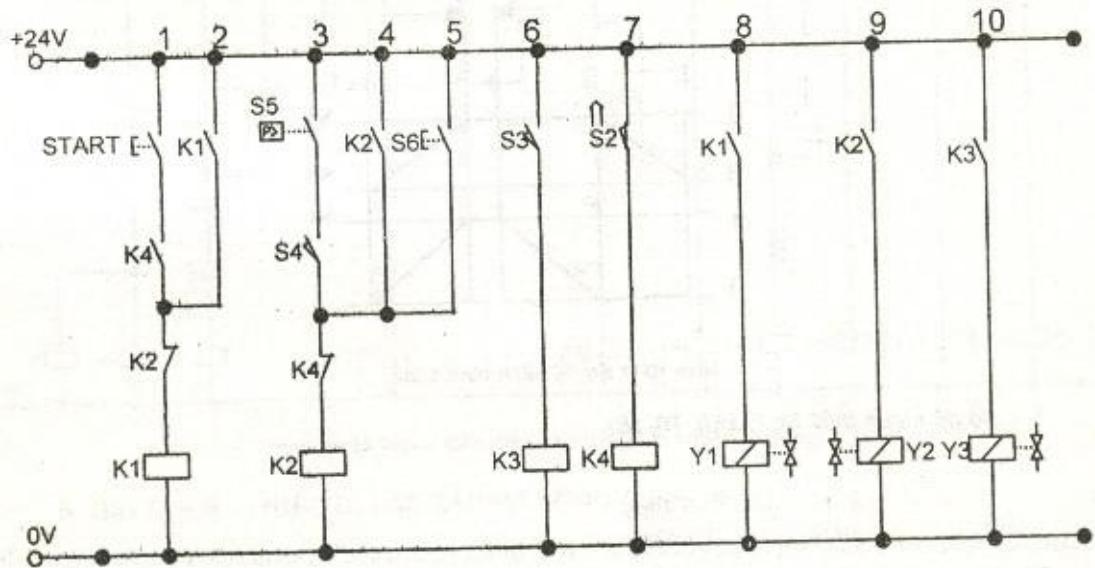
Hình 10-17 Sơ đồ hành trình bước

- Sơ đồ mạch thủy lực (hình 10-18).



Hình 10-18 Sơ đồ mạch thủy lực thiết bị lắp ráp tự động

- Sơ đồ mạch điện điều khiển (hình 10-19).



Hình 10-19 Mạch điện điều khiển thiết bị lắp ráp tự động

7. Bài tập 7 : CƠ CẤU THAY LƯỚI LỌC MÁY ÉP NHỰA (hình 10-20)

Dòng nguyên liệu trước khi vào bộ phận thổi dúc khuôn cần phải qua lưới lọc. Sau một thời gian làm việc người ta phải thay lưới lọc. Để bảo đảm dòng nguyên liệu không bị đứt quãng người ta dùng hai lưới lọc thay phiên gắn đồng thời trên một tấm chắn lọc. Trong khi lưới này làm việc người ta có thể thay mới lưới lọc kia. Hai vị trí của lưới lọc gắn lên tấm tương ứng với vị trí ngoài và trong của xilanh thủy lực. Yêu cầu là pítông phải di chuyển thật nhanh khi cần đưa lưới lọc mới vào làm việc (lưới ở vị trí đang hoạt động không bảo đảm nữa). Pítông không di chuyển liên tục, chỉ thay đổi vị trí khi cần thiết.

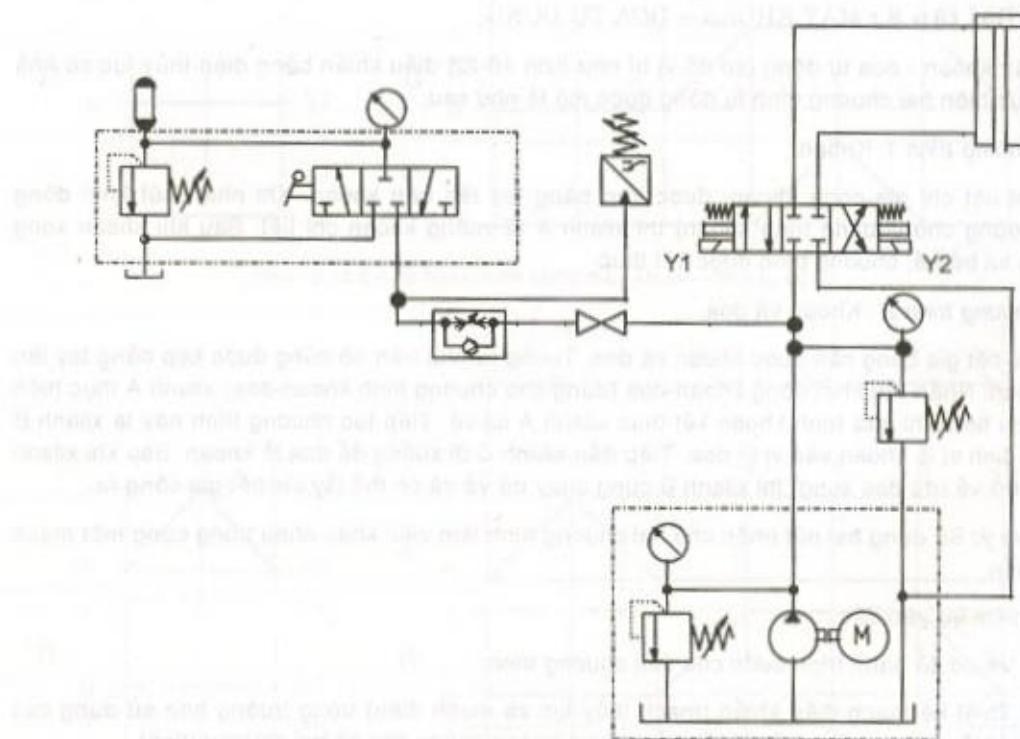
Thiết kế mạch điều khiển điện thủy lực của cơ cấu trên.

Giai :

Vì pítông di chuyển nhanh và tấm chắn luôn tiếp xúc với dòng nguyên liệu có áp suất di chuyển theo hướng vuông góc với tấm chắn, nên trong mạch cần sử dụng một bình trích chứa để đáp ứng yêu cầu áp suất dầu vào xilanh không giảm đột ngột ảnh hưởng đến vận tốc di chuyển của đầu pítông mang tấm chắn gắn các lưới lọc .

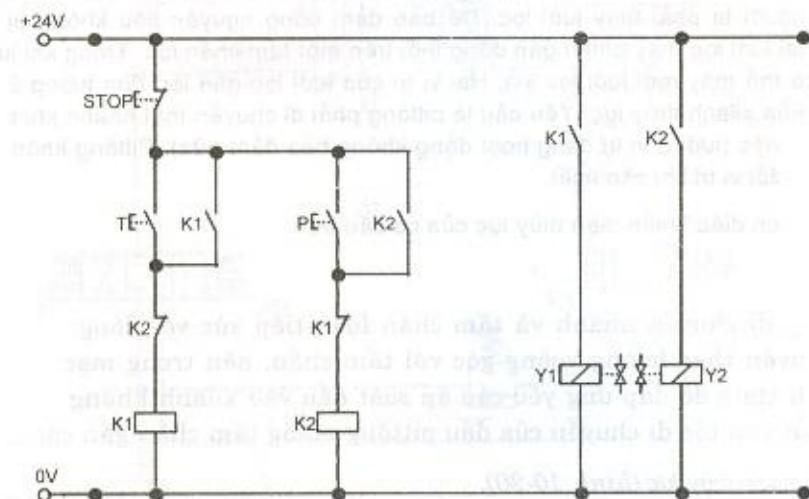
- *Sơ đồ mạch thủy lực (hình 10-20).*

Vì xilanh hoạt động không liên tục nên ta sử dụng công tắc áp suất để ngắt mạch khởi động bơm. Khi áp suất bình tích năng đạt yêu cầu (ví dụ cần điều chỉnh 150 bar) công tắc áp suất tác động, bơm ngừng hoạt động (bơm không chạy liên tục). Khi áp suất nhỏ hơn giới hạn (lúc bình trích chưa cấp dầu cho xilanh), bơm hoạt động.



Hình 10-20 Mạch thủy lực cơ cấu thay lưới lọc máy ép nhựa

Sơ đồ mạch điện điều khiển (hình 10-21).



Hình 10-21 Mạch điện điều khiển cơ cấu thay lưới lọc máy ép nhựa

- Giải thích mạch:

Khi nhấn nút T xilanh chạy ra. Nút P sử dụng để cho điều khiển xilanh di về. Khi thay đổi chiều chuyển động của xilanh cần phải nhấn nút STOP trước.

8. Bài tập 8 : MÁY KHOAN – DOA TỰ ĐỘNG

Máy khoan - doa tự động (sơ đồ vị trí như hình 10-22) điều khiển bằng điện-thủy lực có khả năng thực hiện hai chương trình tự động được mô tả như sau.

Chương trình 1: Khoan.

Chi tiết chỉ gia công khoan, được kẹp bằng tay lên bàn khoan. Khi nhấn nút khởi động khoan (dùng cho chương trình khoan) thì xilanh A di xuống khoan chi tiết. Sau khi khoan xong xilanh A lui trở về, chương trình được kết thúc.

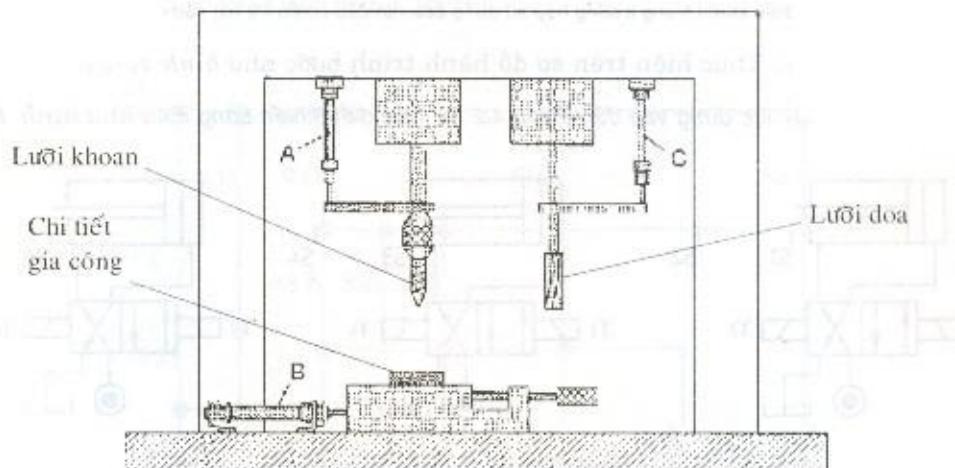
Chương trình 2 : Khoan và doa.

Chi tiết gia công cần được khoan và doa. Tương tự như trên nó cũng được kẹp bằng tay lên bàn khoan. Nhấn nút khởi động khoan-doa (dùng cho chương trình khoan-doa) xilanh A thực hiện khoan chi tiết. Khi quá trình khoan kết thúc xilanh A lui về. Tiếp tục chương trình này là xilanh B chạy ra định vị lỗ khoan vào vị trí doa. Tiếp đến xilanh C di xuống để doa lỗ khoan. Sau khi xilanh C quay trở về (đã doa xong) thì xilanh B cũng quay trở về và có thể lấy chi tiết gia công ra.

Lưu ý: Sử dụng hai nút nhấn cho hai chương trình làm việc khác nhau trong cùng một mạch điều khiển.

Nhiệm vụ yêu cầu:

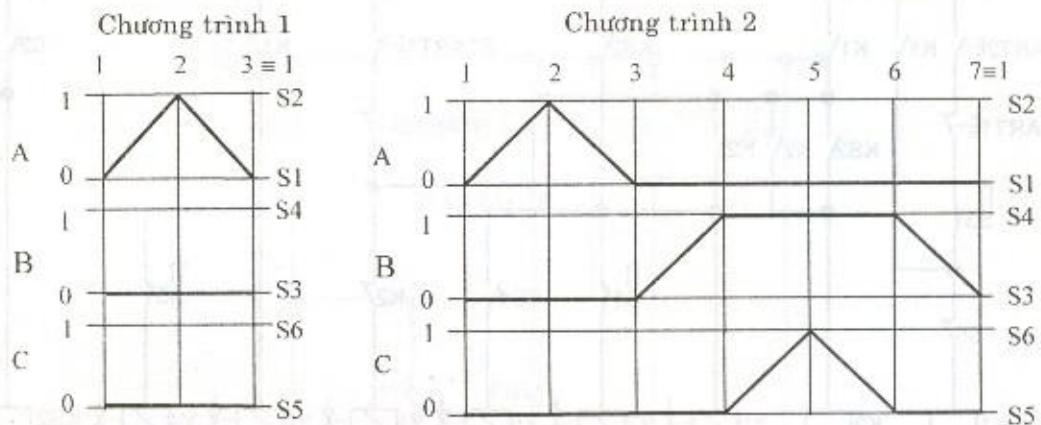
- a) Vẽ sơ đồ hành trình bước cho mỗi chương trình.
 - b) Thiết kế mạch điều khiển (mạch thủy lực và mạch điện) trong trường hợp sử dụng các đảo chiều 4/2 hai đầu điều khiển bằng điện (mạch chung cho cả hai chương trình).
 - c) Thiết kế mạch điện điều khiển trong trường hợp dùng van đảo chiều 4/3.



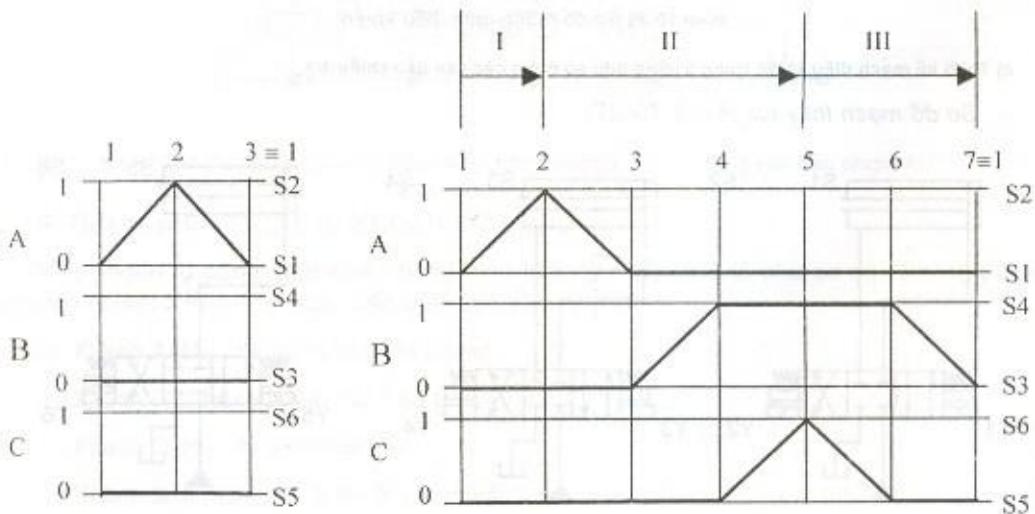
Hình 10-22 Sơ đồ vị trí máy khoan - doa tự động

Giai :

a) Vẽ sơ đồ hành trình bước (hình 10-23).



Hình 10-23 Sơ đồ hành trình bước máy khoan - doa tự động

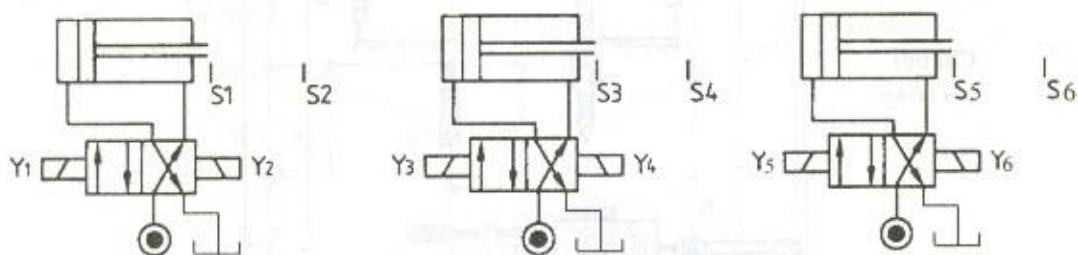


Hình 10-24 Sơ đồ hành trình bước với các tầng đã chia

b) Thiết kế mạch điều khiển trong trường hợp sử dụng các van đảo chiều 4/2 hai đầu điều khiển bằng điện.

* *Chia tầng* : Thực hiện trên sơ đồ hành trình bước như hình 10-24.

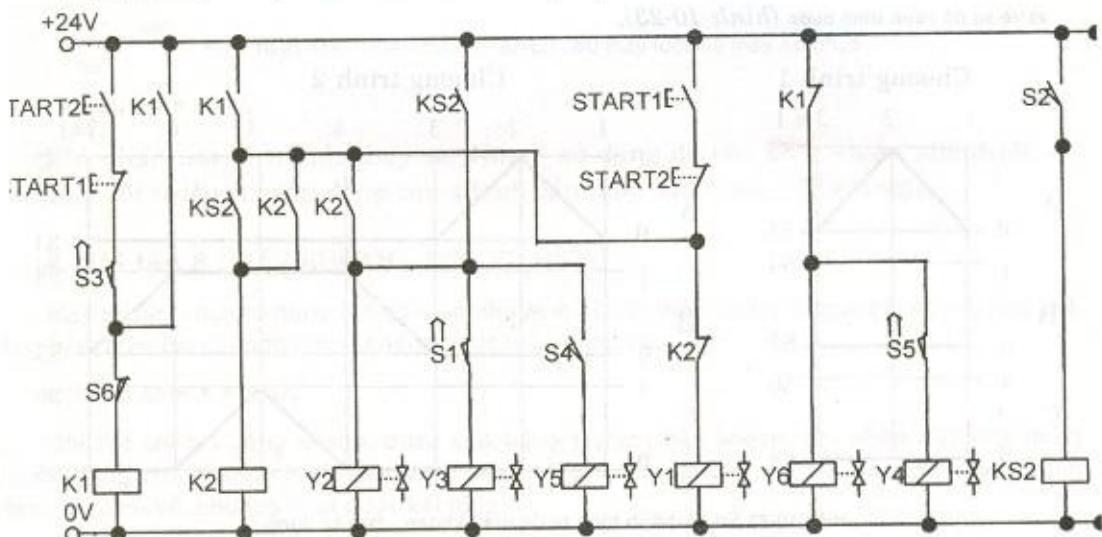
* Mach thủy lực dùng van đảo chiều 4/2 hai đầu điều khiển bằng điện như hình 10-25.



Hình 10-25 Sơ đồ mạch thủy lực

* Thiết kế mạch điện điều khiển :

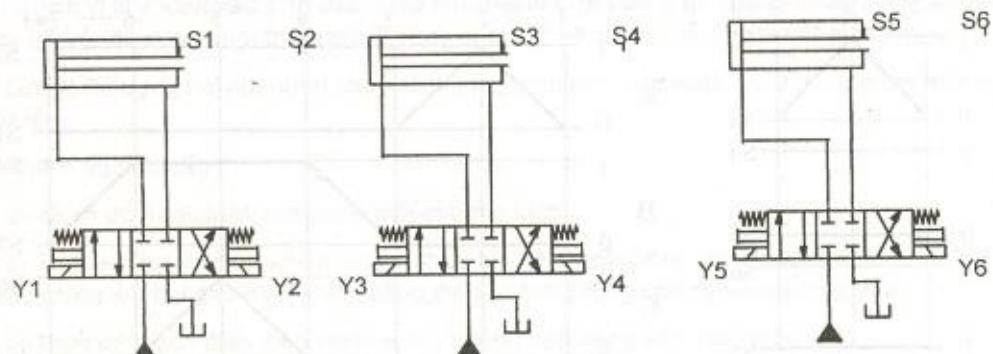
Kết quả mạch điện điều khiển thiết kế được như *hình 10-26*.



Hình 10-26 Sơ đồ mạch điện điều khiển

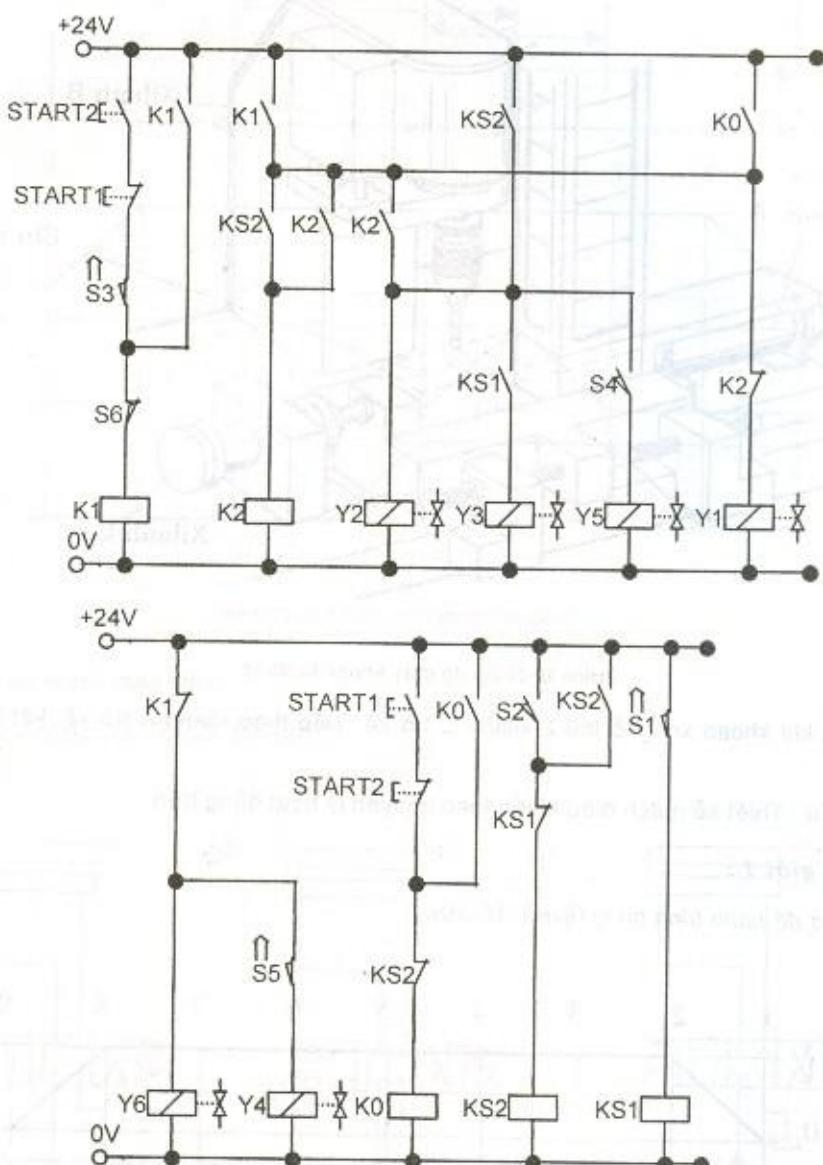
c) Thiết kế mạch điều khiển trong trường hợp sử dụng các van đảo chiều 4/3.

– Sơ đồ mạch thủy lực (hình 10-27).



Hình 10-27 Sơ đồ mạch thủy lực dùng van đảo chiều 4/3

- Sơ đồ mạch điện điều khiển (hình 10-28).

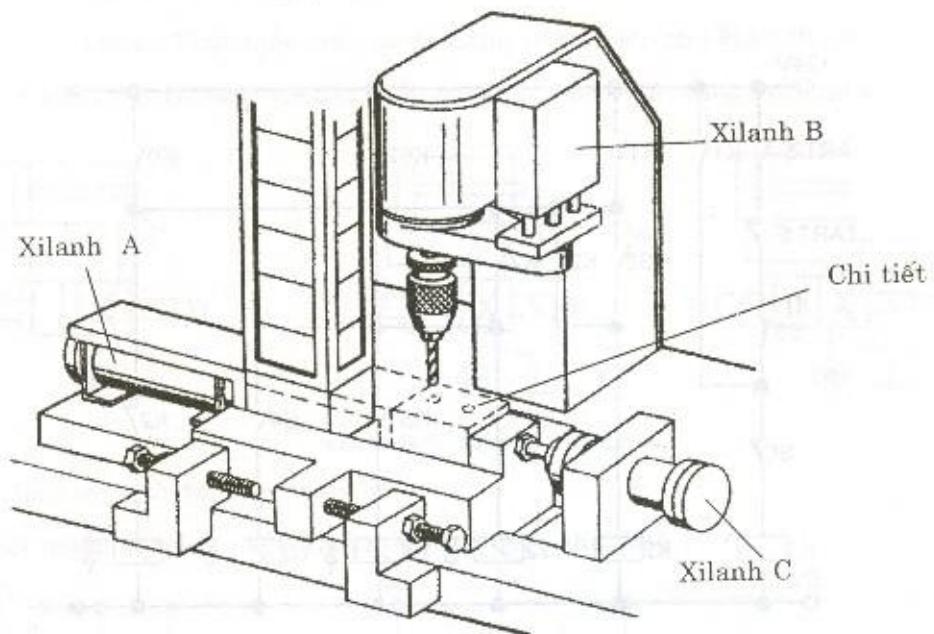


Hình 10-28 Sơ đồ mạch điện điều khiển trong trường hợp sử dụng van đảo chiều 4/3

9. Bài tập 9 : THIẾT BỊ KHOAN TỰ ĐỘNG

Máy khoan tự động điều khiển bằng điện thủy lực được mô tả như sơ đồ hình 10-29. Máy thực hiện khoan 2 lỗ giống nhau, tiến trình làm việc như sau :

- Xilanh A đẩy chi tiết ra tới vị trí khoan.
- Xilanh B di ra khoan lỗ thứ 1 và trở về.
- Xilanh C đẩy chi tiết tới vị trí 2.
- Xilanh B di ra khoan lỗ thứ 2 và trở về .



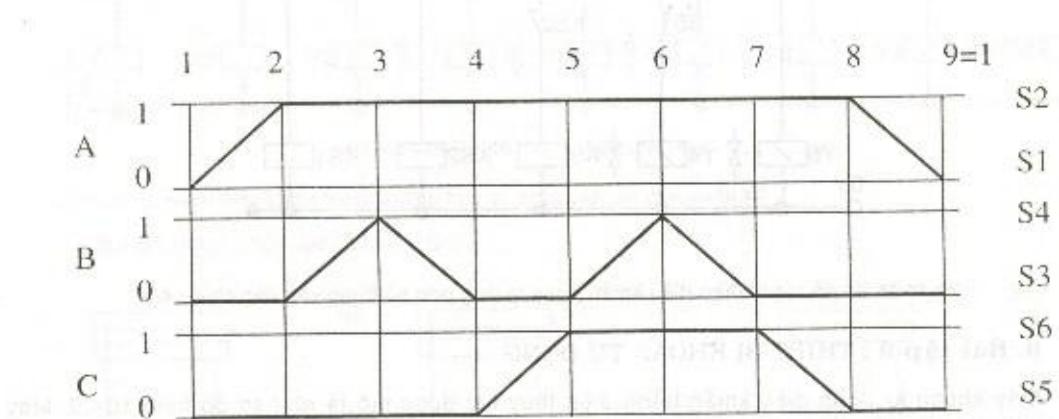
Hình 10-29 Sơ đồ máy khoan tự động

- Sau khi khoan xong lỗ thứ 2 xilanh C trở về. Tiếp theo xilanh A trở về, kết thúc chu kỳ làm việc.

Yêu cầu : Thiết kế mạch điều khiển theo nguyên lý hoạt động trên.

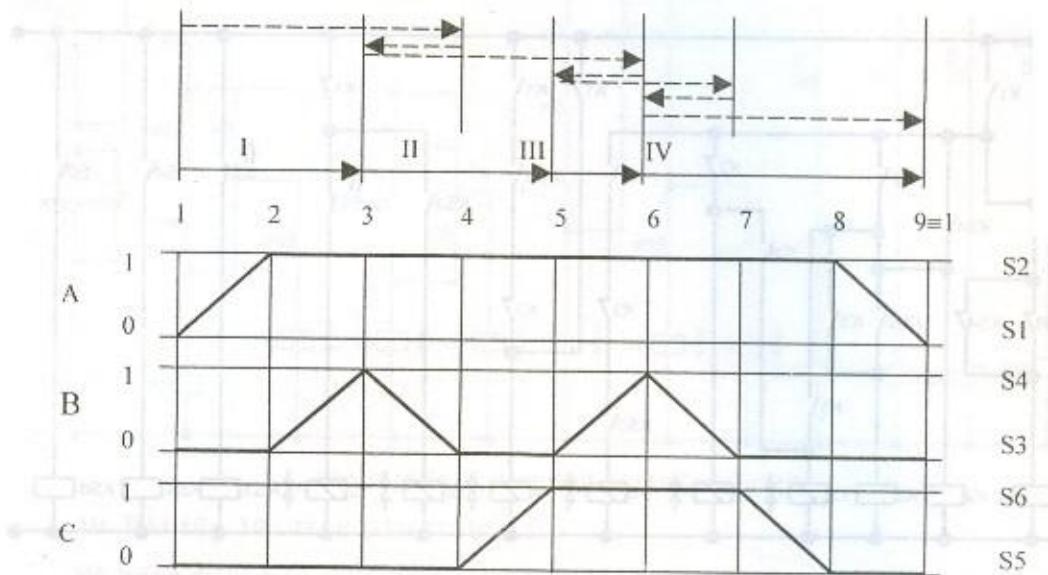
a) *Lời giải 1 :*

* Vẽ sơ đồ hành trình bước (hình 10-30).



Hình 10-30 Sơ đồ hành trình bước máy khoan tự động

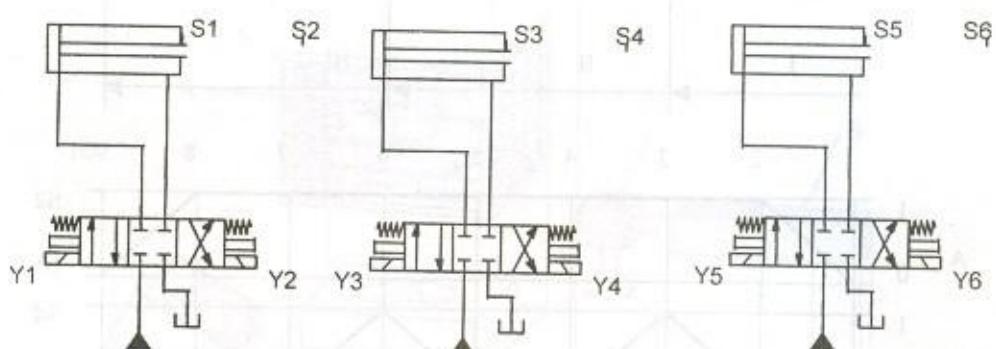
* Chia tầng : Thực hiện trên sơ đồ hành trình bước (hình 10-31). Việc chia tầng dựa trên nhóm điều kiện ứng với xilanh A và xilanh B.



Hình 10-31 Sơ đồ chia tầng (lời giải 1)

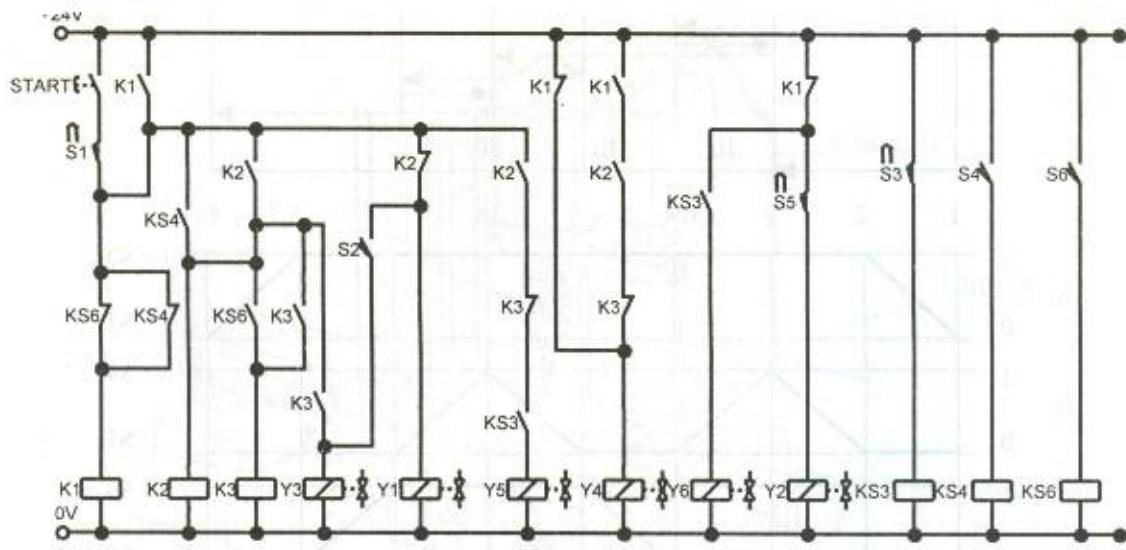
* Thiết kế mạch điều khiển :

- Mạch thủy lực (hình 10-32).



Hình 10-32 Sơ đồ mạch thủy lực

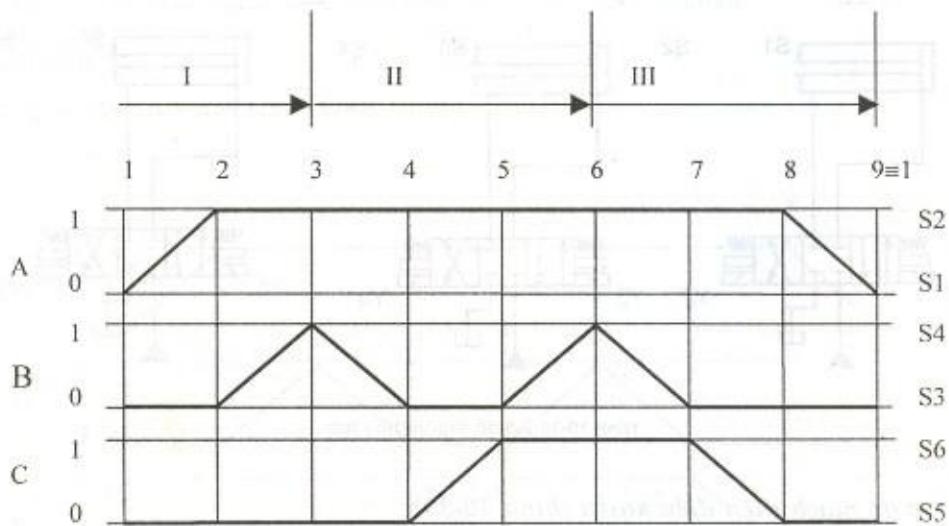
- Sơ đồ mạch điện điều khiển (hình 10-33)



Hình 10-33 Sơ đồ mạch điện điều khiển (lời giải 1)

b) *Lời giải 2 :*

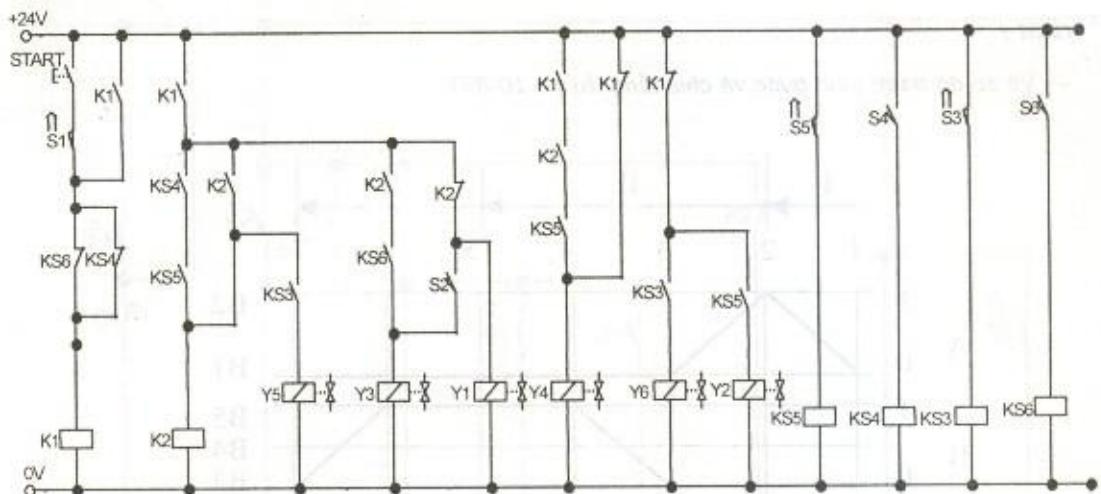
Với sơ đồ hành trình bước đã vẽ được như trong lời giải 1, có thể thực hiện việc chia tầng dựa trên hệ điều kiện gồm cả ba xilanh A, B và C như hình 10-34.



Hình 10-34 Sơ đồ chia tầng (lời giải 2)

* *Thiết kế mạch điều khiển :*

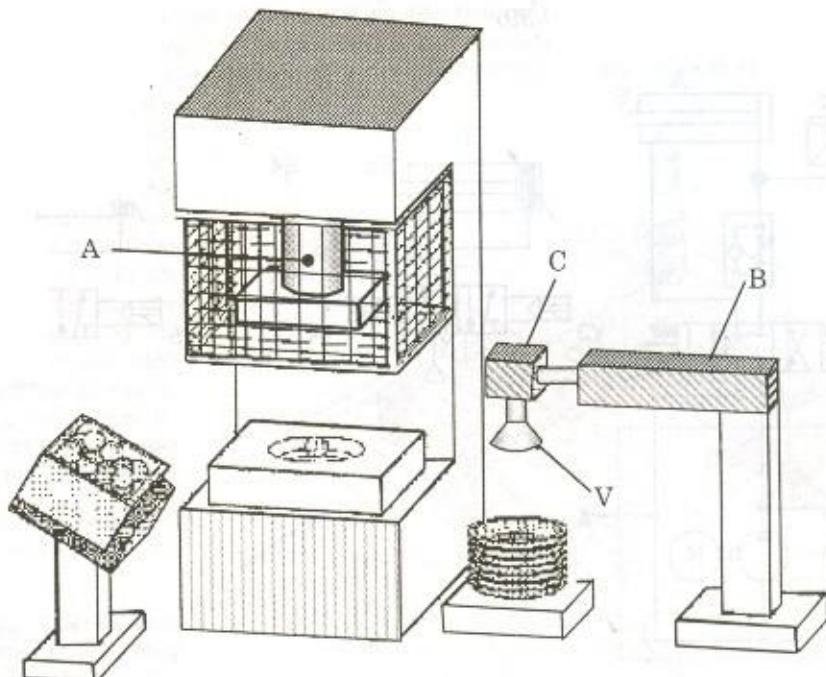
- *Mạch thủy lực như ở lời giải 1.*
- *Sơ đồ mạch điện điều khiển thiết kế (hình 10-35).*



Hình 10-35 Sơ đồ mạch điện điều khiển (lời giải 2).

10. Bài tập 10 : MÁY DẬP TỰ ĐỘNG

Hệ thống điều khiển máy dập tự động kết hợp điều khiển bằng điện-thủy lực và điện-kí nén. Dùng thủy lực để dập ép nhựa, dùng khí nén để lấy sản phẩm dập ra. Sơ đồ máy như trên hình 10-36.



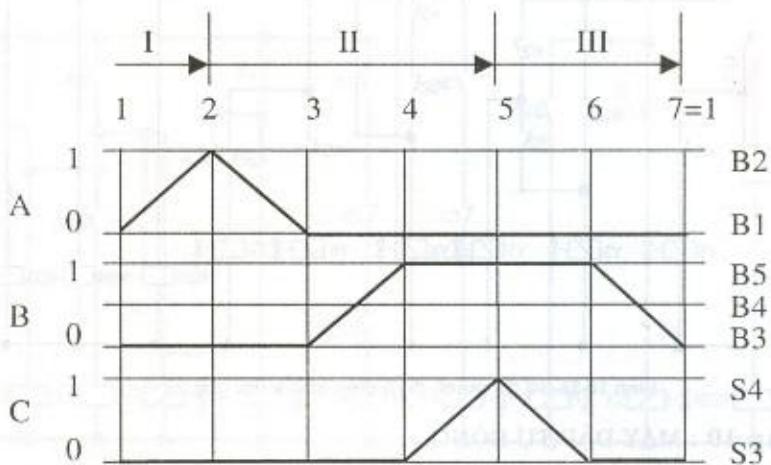
Hình 10-36 Sơ đồ máy dập tự động

Từ các khối nhựa duro (nhựa dẻo) cẩn dập ra những chiếc đĩa.

Khi ấn nút khởi động (điều khiển an toàn bằng hai tay) thì nửa khuôn trên sẽ di xuống ép lên nửa khuôn dưới. Khi đạt đến một áp suất nhất định thì nén tiếp khoảng 10 s để làm chi tiết dập cứng lại. Sau đó đĩa được tay máy gỡ lấy ra khỏi khuôn và sắp lên bàn ở bên cạnh máy dập.

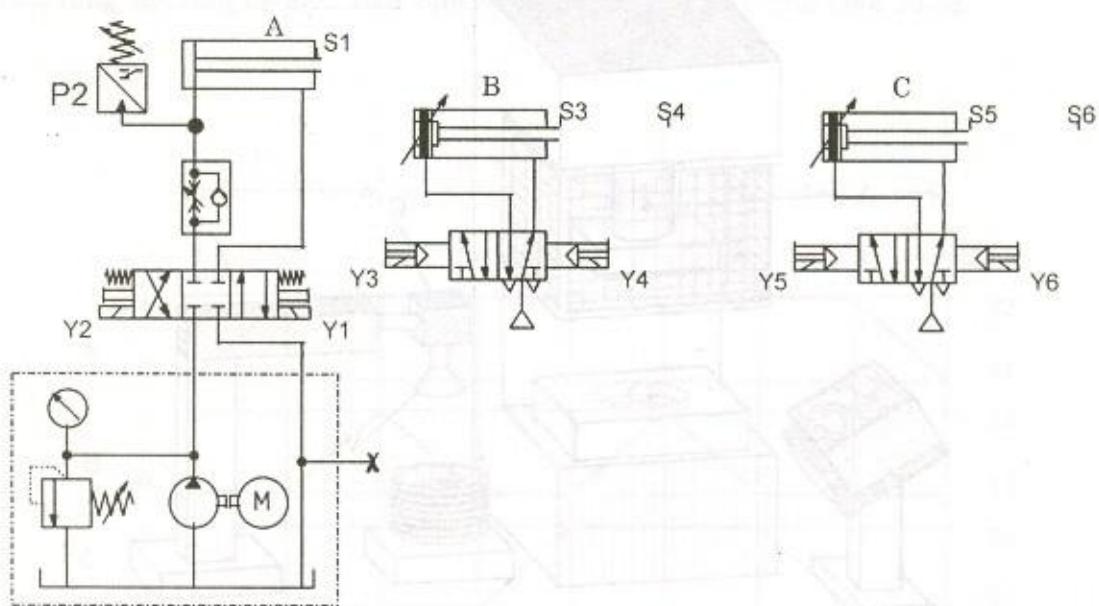
Giải :

- Vẽ sơ đồ hành trình bước và chia tầng (hình 10-37).



Hình 10-37 Sơ đồ hành trình bước máy dập tự động với các tầng đã được chia

- Sơ đồ mạch thủy lực (hình 10-38).
- Sơ đồ mạch khí nén (hình 10-39)

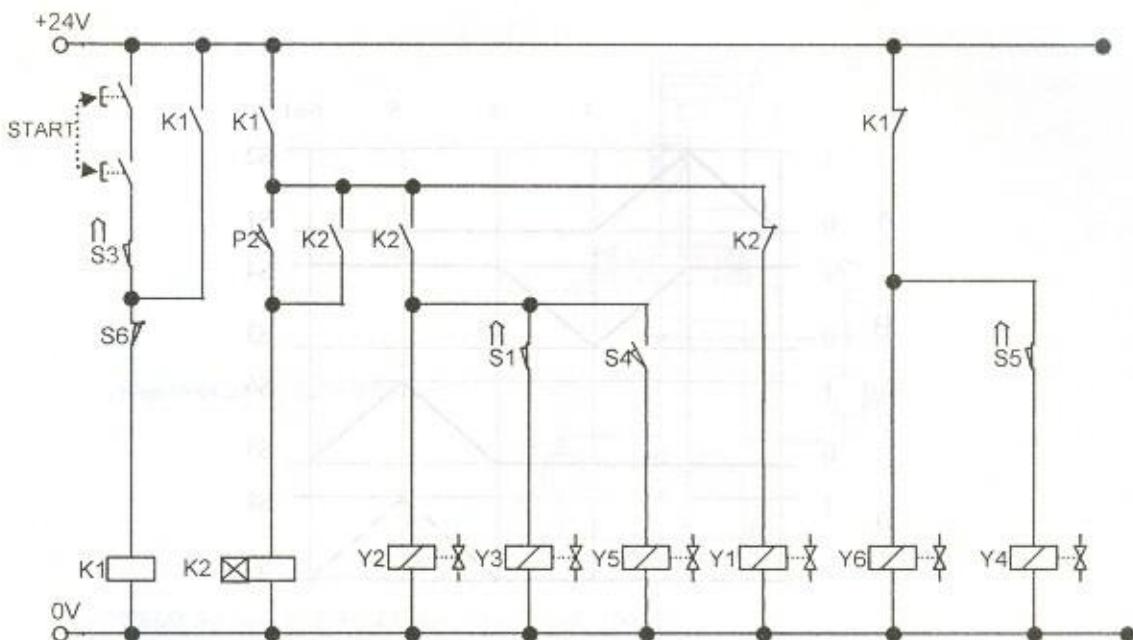


Hình 10-38 Sơ đồ mạch thủy lực.

Hình 10-39 Sơ đồ mạch khí nén

- Sơ đồ mạch điện điều khiển (hình 10-40).

Hình 10-40 là sơ đồ mạch điện điều khiển. Mạch bao gồm một khung hình minh họa với các linh kiện điện tử như transistor, tụ điện, và một khung hình minh họa với một van điện từ, van áp suất, và van tay điều khiển.



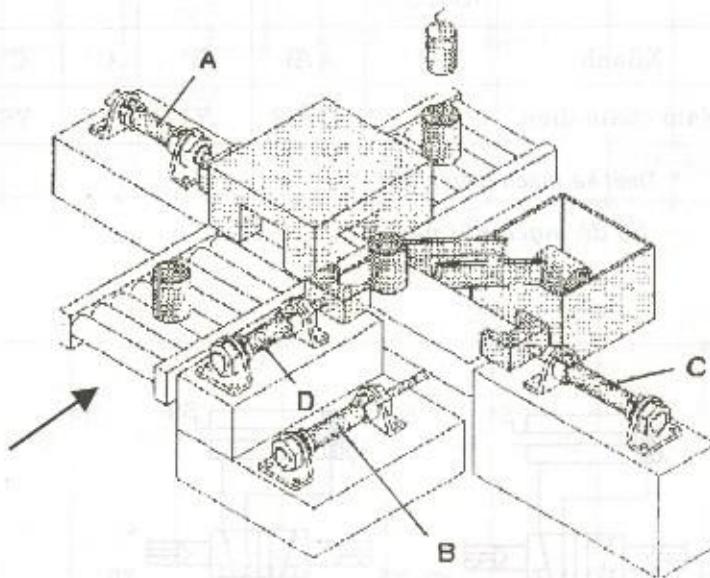
Hình 10-40 Mạch điện điều khiển máy dập tự động

11. Bài tập 11 : TRẠM KIỂM TRA

Nguyên lý làm việc của trạm kiểm tra tự động điều khiển bằng điện - khí nén và thủy lực được mô tả trên hình 10-41. Chi tiết được vận chuyển trên băng tải đến trạm kiểm tra thì dừng lại. Chu trình kiểm tra được thực hiện như sau: xilanh A (dùng khí nén) di về mở khóa cân, sau một khoảng thời gian là 3 s xilanh B (dùng thủy lực) di ra khóa cân lại. Nếu chi tiết kiểm tra đạt yêu cầu thì xilanh C (dùng khí nén) đẩy chi tiết trở lại băng chuyển và quay về, nếu chi tiết kiểm tra không đạt yêu cầu thì xilanh D (dùng khí nén) đẩy chi tiết vào rãnh trượt vào thùng loại bỏ sau đó quay về, chu trình kiểm tra một chi tiết kết thúc. Bây giờ băng tải tiếp tục vận chuyển.

Trạm có thể hoạt động một chu kỳ hoặc hoạt động liên tục.

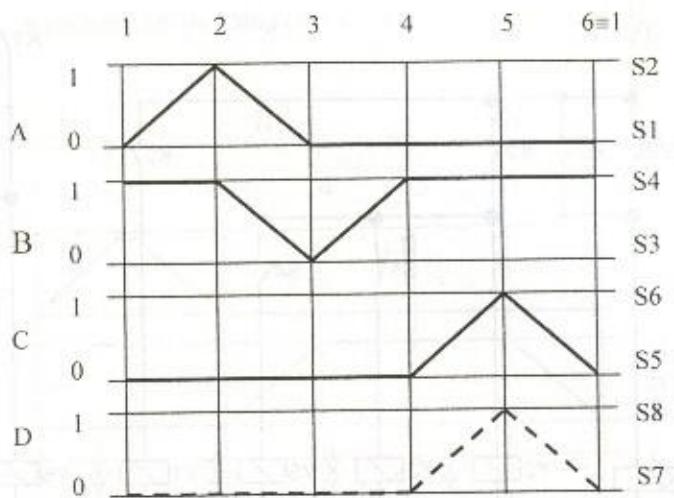
Yêu cầu : Thiết kế mạch điều khiển theo phương pháp điều khiển theo nhịp.



Hình 10-41 Sơ đồ trạm kiểm tra tự động

Giai :

* Vẽ sơ đồ hành trình bước (hình 10-42).



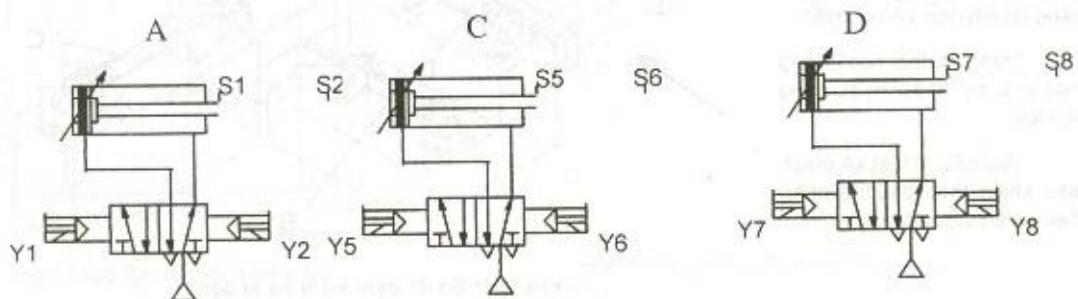
Hình 10-42 Sơ đồ hành trình bước

Quy trình thực hiện công đoạn :

Nhịp thực hiện	1	2	3	4	5	4	5	KT
Tín hiệu vào	ST \vee SP (S5 \vee S7)	S2	S1 \wedge S3	S4	S6	S4 \wedge B	S8	S5 \wedge S7
Xilanh	A ⁺	A/B ⁻	B ⁺	C ⁺	C ⁻	D ⁺	D ⁻	
Nam châm điện	Y1	Y2/Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	

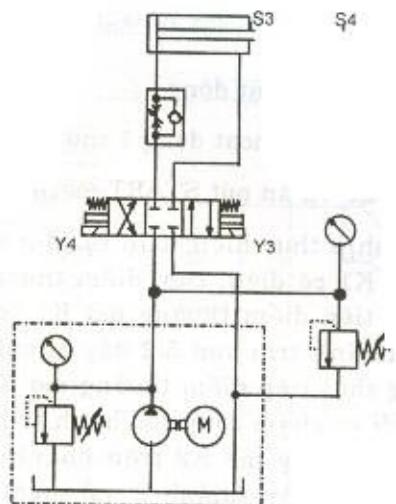
* Thiết kế mạch điều khiển :

- Sơ đồ mạch khí nén (hình 10-43).

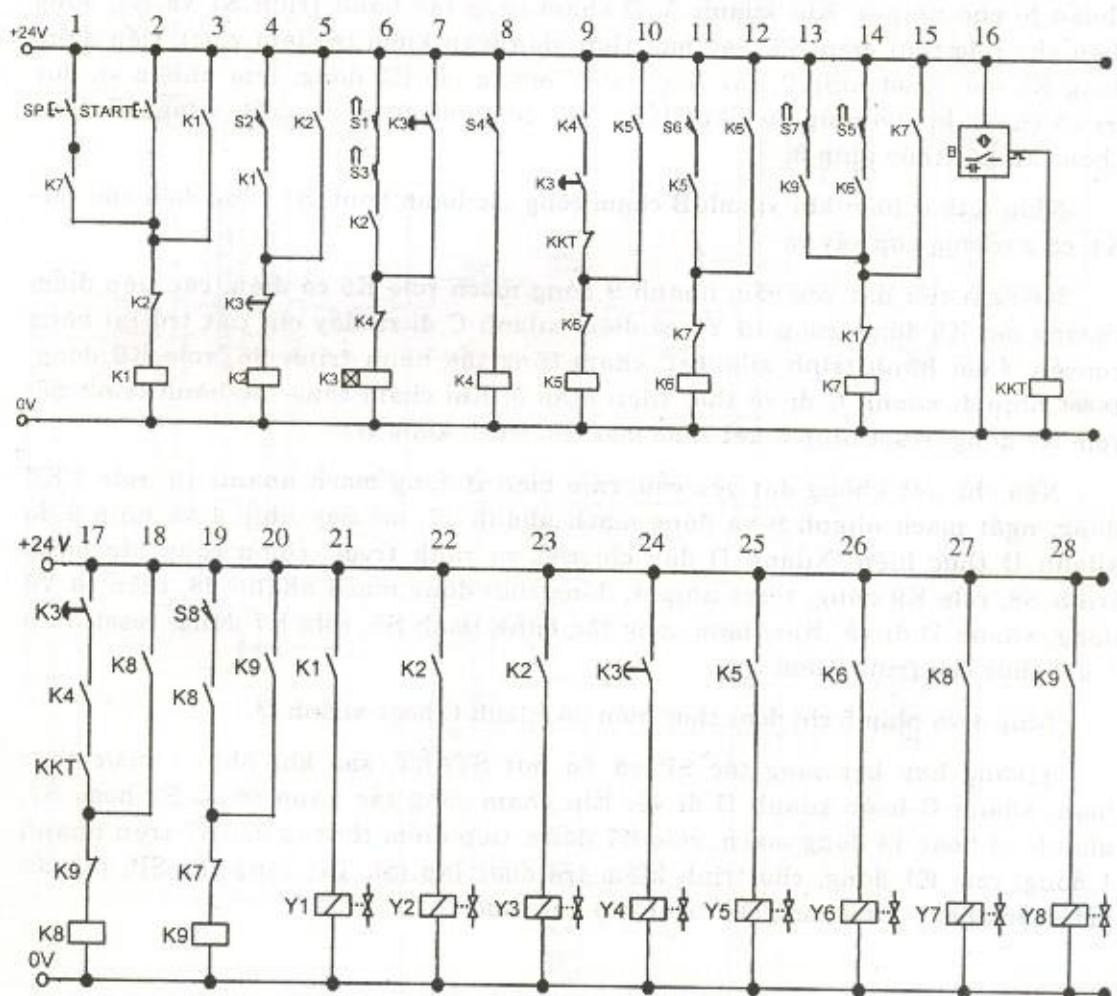


Hình 10-43 Sơ đồ mạch khí nén

- Sơ đồ mạch thủy lực (hình 10-44).



- Thiết kế mạch điều khiển điện (hình 10-45).



Giải thích mạch:

Mạch có 2 trạng thái hoạt động.

- + Ấn nút START mạch hoạt động 1 chu kỳ.
- + Bật công tắc SP và ấn nút START mạch hoạt động liên tục.

Mạch gồm 5 nhịp thực hiện tuần tự như sau: Khi ấn nút START đóng mạch cho nhánh 2, röle K1 có điện, tiếp điểm thường mở K1 trên nhánh 3 đóng làm nhiệm vụ duy trì, tiếp điểm thường mở K1 trên nhánh 21 đóng, cuộn từ Y1 có điện, khí dẫn từ nhánh trái van 5/2 đẩy xilanh A đi ra đưa chi tiết lên cân thực hiện nhịp 1, đồng thời tiếp điểm thường mở K1 trên nhánh 4 đóng chuẩn bị cho nhịp 2. Xilanh A đi ra chạm công tắc hành trình S2, đóng mạch nhánh 4, röle K2 có điện, tiếp điểm thường mở K2 trên nhánh 5 đóng làm nhiệm vụ duy trì, tiếp điểm thường đóng K2 trên nhánh 2 mở, ngắt mạch nhánh 2 röle K1 mất điện, các tiếp điểm thường mở K1 mở ra, nhịp 1 được reset, tiếp điểm thường mở K2 trên nhánh 22 và 23 đóng, cuộn từ Y2 và Y3 có điện, xilanh A di về và xilanh B di về mở khóa cân thực hiện nhịp 2, tiếp điểm thường mở K2 trên nhánh 6 đóng chuẩn bị cho nhịp 3. Khi xilanh A, B chạm công tắc hành trình S1 và S3, đóng điện cho röle thời gian K3. Sau một thời gian (cân kiểm tra làm việc), tiếp điểm đóng K3 mở, reset nhịp 2, các tiếp điểm thường mở K3 đóng, làm nhiệm vụ duy trì và chuẩn bị cho nhịp kế tiếp, đồng thời đóng mạch cuộn từ Y4, xilanh B di ra khóa cân kết thúc nhịp 3.

Nhịp 4 thực hiện khi xilanh B chạm công tắc hành trình S4 đóng điện cho röle K4, có 2 trường hợp xảy ra:

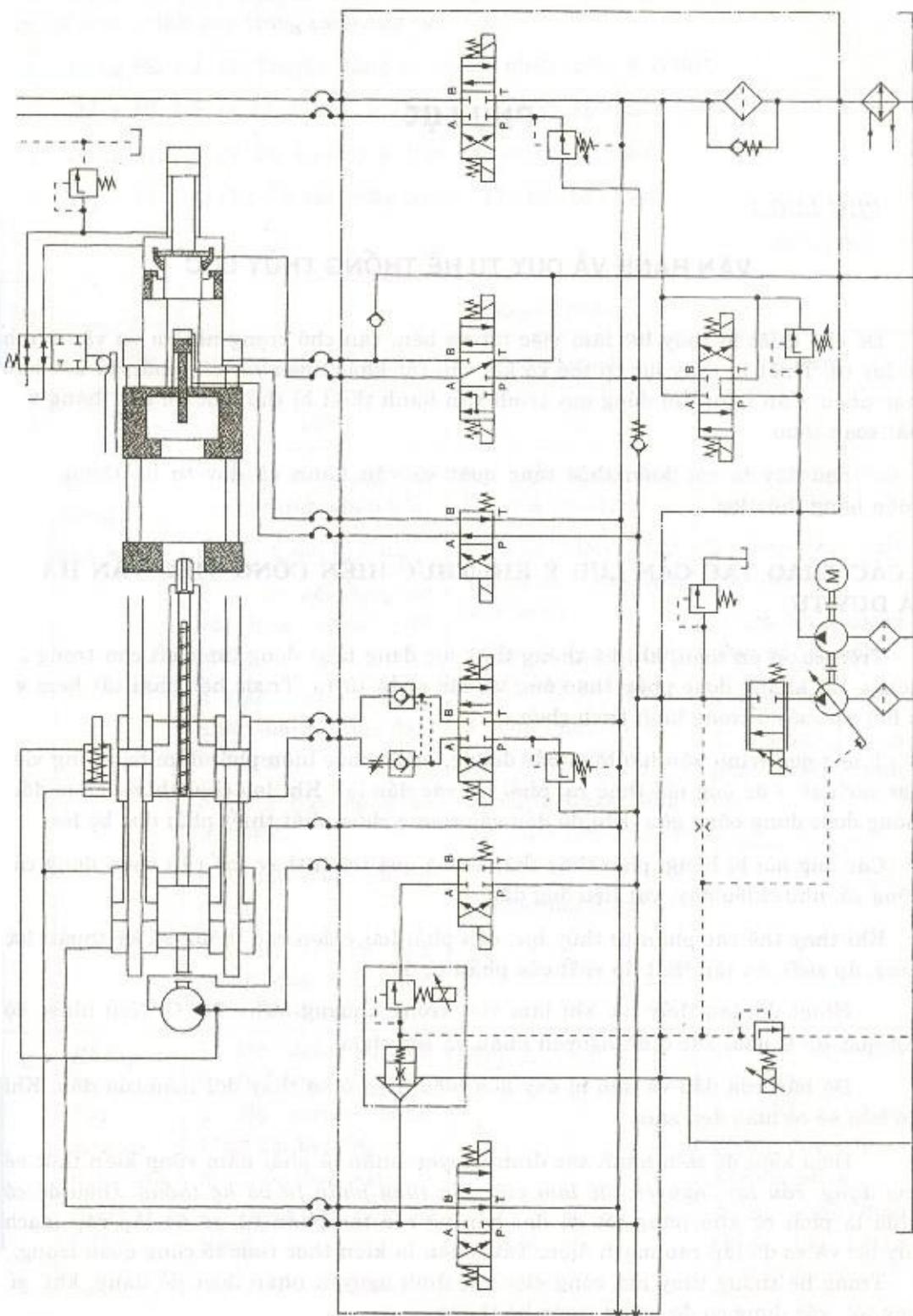
Nếu chi tiết đạt yêu cầu, nhánh 9 đóng mạch röle K5 có điện, các tiếp điểm thường mở K5 đóng, cuộn từ Y5 có điện, xilanh C di ra đẩy chi tiết trở lại băng chuyền. Cuối hành trình xilanh C chạm công tắc hành trình S6, röle K6 đóng, reset nhịp 4, xilanh C di về thực hiện nhịp 5. Khi chạm công tắc hành trình S5, röle K7 đóng, reset nhịp 5 kết thúc một chu trình kiểm tra.

Nếu chi tiết không đạt yêu cầu, cảm biến B đóng mạch nhánh 16, röle KKT đóng, ngắt mạch nhánh 9 và đóng mạch nhánh 17, lúc này nhịp 4 và nhịp 5 do xilanh D thực hiện. Xilanh D đẩy chi tiết ra rãnh trượt, chạm công tắc hành trình S8, röle K9 đóng, reset nhịp 4, đồng thời đóng mạch nhánh 28, cuộn từ Y8 đóng, xilanh D di về. Khi chạm công tắc hành trình S7, röle K7 đóng, reset nhịp 5 kết thúc chu trình kiểm tra.

Nhịp 4 và nhịp 5 chỉ được thực hiện do xilanh C hoặc xilanh D.

Trường hợp bật công tắc SP và ấn nút START, sau khi nhịp 5 được thực hiện, xilanh C hoặc xilanh D di về. Khi chạm công tắc hành trình S5 hoặc S7, nhánh 13 hoặc 14 đóng mạch, röle K7 đóng, tiếp điểm thường mở K7 trên nhánh 1 đóng, röle K1 đóng, chu trình kiểm tra được lặp lại. Tất công tắc SP, nút ấn mở, mạch hoạt động xong chu trình thì kết thúc.

12. Ví dụ tham khảo: MÁY ÉP NHỰA (hình 10-46).



Hình 10-46 Sơ đồ mạch thủy lực máy ép nhựa

PHỤ LỤC

PHỤ LỤC 1

VẬN HÀNH VÀ DUY TU HỆ THỐNG THỦY LỰC

Để cho thiết bị thủy lực làm việc tốt và bền, cần chú trọng nhiệm vụ vận hành và duy tu. Thiết bị thủy lực có thể có kết cấu rất khác nhau với các phần tử kết hợp khác nhau. Cần tuân thủ đúng quy trình vận hành thiết bị thủy lực do các hảng sản xuất soạn thảo.

Sau đây là các kiến thức tổng quát về vận hành và duy tu hệ thống điều khiển bằng thủy lực.

I. CÁC THAO TÁC CẦN LƯU Ý KHI THỰC HIỆN CÔNG VIỆC VẬN HÀNH VÀ DUY TU

Trên cơ sở an toàn, khi hệ thống thủy lực đang hoạt động (áp suất còn trong hệ thống), thì không được phép tháo ống và các phần tử ra. Trước hết phải tắt bơm và xả hết áp suất ở trong bình trích chứa.

Trong quá trình vận hành và bảo dưỡng, người thực hiện phải đảm bảo công việc thật sạch sẽ. Các ống nối tháo ra, phải bịt các đầu lại. Khi lau chùi thùng chứa dầu, không được dùng bông gòn. Khi đổ dầu vào thùng chứa nhất thiết phải qua bộ lọc.

Các ống nối bị hỏng, phải thay thế. Trong quá trình thay thế cần chọn đúng các thông số, như chiều dày, vật liệu ống dẫn.

Khi thay thế các phần tử thủy lực, cần phải lưu ý đến các thông số kỹ thuật: lưu lượng, áp suất, và tổn thất áp suất của phần tử đó.

Nhiệt độ dầu thủy lực khi làm việc trong khoảng $50^{\circ} \div 70^{\circ}$ C. Nếu nhiệt độ vượt quá 70° C phải xác định nguyên nhân và sửa chữa.

Độ bẩn của dầu và dầu bị oxy hóa biểu hiện ở sự thay đổi màu của dầu. Khi dầu bẩn sẽ có màu đen sẫm.

Điều kiện để tiến hành xác định nguyên nhân là phải nắm vững kiến thức về công dụng, cấu tạo, nguyên tắc làm việc của từng phần tử và hệ thống. Điều đó có nghĩa là phải có khả năng tốt để đọc bản vẽ cấu tạo phần tử, sơ đồ lắp ráp mạch thủy lực và sơ đồ lắp ráp mạch điện. Tất nhiên là kiến thức thực tế cũng quan trọng.

Trong hệ thống thủy lực, công việc xác định nguyên nhân được dễ dàng, khi sử dụng tốt các dụng cụ đo lường trong hệ thống.

II. MỘT SỐ HIỆN TƯỢNG VÀ NGUYÊN NHÂN HƯ HỎNG

Hiện tượng và nguyên nhân hư hỏng của các phần tử chính trong hệ thống thủy lực được trình bày trong các bảng sau:

- *Bảng PL-1-1* (1. Truyền động cơ; 2. Bộ phận hút; 3. Bơm);
- *Bảng PL-1-2* (4. Ống đẩy; 5. Ống xả; 6. Van áp suất);
- *Bảng PL-1-3* (7. Bộ ổn tốc; 8. Van đảo chiều; 9. Dầu);
- *Bảng PL-1-4* (10. Cơ cấu chấp hành; 11. Yếu tố khác).

BẢNG PL 1 - 1

Thứ tự	Hiện tượng hư hỏng	Nguyên nhân		
		1. Truyền động cơ	2. Bộ phận hút	3. Bơm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
A	Tiếng ồn quá mức.	1. Sai sót trong quá trình chỉnh khớp nối. 2. Khớp nối bị lỏng. 3. Vị trí nối động cơ và bơm chưa siết chặt. 4. Các bộ truyền khác (bánh răng, đai) bị hỏng. 5. Bơm hay động cơ bị hỏng. 6. Chiều quay không đúng. 7. Chưa tối ưu hóa trong quá trình lắp đặt (dao động).	Sức cản trong ống hút quá lớn do: 1. Van đóng mở không mở hay mở một phần. 2. Bộ lọc buồng hút bị tắc hay quá nhỏ. 3. Ống hút bị tắc hoặc khít. 4. Kích thước ống hút nhỏ hay nhiều ống nối cong. 5. Mức dầu thấp.	1. Số vòng quay bơm quá lớn. 2. Bơm- áp suất lớn nhất. 3. Độ khít trong phía hút bị hỏng. 4. Bơm hỏng. 5. Dao động ở bộ phận điều chỉnh bơm. 6. Như 1. A -7.
B	Không đủ lực hay mômen ở cơ cấu chấp hành.	1. Hệ thống truyền lực bị hỏng. 2. Bộ truyền bánh răng đai bị tuột. 3. Chiều quay sai. 4. Động cơ dầu bị hỏng.	Như 2. A.	1. Thất thoát thể tích lớn. 2. Kiểu bơm không phù hợp. 3. Bơm hỏng. 4. Bộ phận điều chỉnh lưu lượng bơm bị hỏng.

BÀNG PL 1-1 (tiếp theo)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
C	Xilanh hoặc động cơ dầu chuyển động không ổn định (động p và Q).	Như 1. A - (1 ÷ 6).	Như 2. A.	1. Bộ điều chỉnh bơm bị hỏng. 2. Bơm hỏng. 3. Van phụ trợ điều chỉnh không phù hợp.
D	Cơ cấu chấp hành không hoạt động hoặc chậm.	Như 1. A - (1÷6)	Như 2. A.	1. Tổn thất thể tích lớn. 2. Bơm bị hỏng. 3. Đường ống dầu vào và đường xả bị đóng.
E	Nhiệt độ dầu lớn.			1. Bộ điều chỉnh trong loại bơm thể tích thay đổi được bị hỏng. 2. Số vòng quay hay lưu lượng quá lớn.
F	Xuất hiện bọt trong dầu.		1. Ống hút không kín. 2. Mức dầu thấp. 3. Thiết kế bể dầu không đúng yêu cầu.	1. Độ khít trong ống không đạt yêu cầu. 2. Ống dầu xả không nằm dưới mức dầu.
G	Xilanh chạy chưa đến vị trí yêu cầu			
H	Quá trình đóng mở bị lệch (dầu vào và dầu xả không đạt yêu cầu)			
I	Khoảng thời gian đóng mở bơm lớn.			1. Bơm bị hỏng. 2. Công suất bơm nhỏ.

Thứ tự	Hiện tượng hư hỏng	Nguyên nhân		
		4. Ống đẩy	5. Ống xả	6. Van áp suất
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
A	Tiếng ồn quá mức.	1. Ống đẩy vẫn không chật hay bị hỏng. 2. Tiết diện ống nhỏ. 3. Như 4. C.	Như 4. A. 4. Miệng ống xả nằm trên mức dầu. 5. Bộ lọc đặt ở đường xả bị tắc.	1. Van áp suất bị kẹt do bẩn. 2. Van không thích hợp. 3. Đường đặc tính không phù hợp.
B	Không đủ lực hay mômen ở cơ cấu chấp hành.	1. Bị rò rỉ 2. Sức cản trong ống lớn. 3. Bộ lọc đặt ở đường vào (ống đẩy) bị kẹt.	1. Sức cản trong ống lớn. 2. Bộ lọc đặt ở đường xả bị hụt.	1. Áp suất làm việc điều chỉnh nhỏ. 2. Tổn thất thể tích trong van lớn. 3. Nòng van bị dơ. 4. Lò xo bị kẹt. 5. Van lắp không đúng loại.
C	Xilanh hoặc động cơ dầu chuyển động không ổn định (đao động p và Q).	1. Thiết bị lắp không thông khí (xả khí).	Như 5. B.	Như 6. A - (1,2)
D	Cơ cấu chấp hành không hoạt động hoặc chạy chậm.	Như 4. B.	Như 5. B.	Như 6. B.
E	Nhiệt độ dầu lớn.	1. Tiết diện chảy nhỏ, dẫn đến sức cản lớn. 2. Bộ lọc bị kẹt.	Như 4. E.	1. Lưu lượng làm việc lớn. 2. Van không phù hợp (tiết diện nhỏ).

BẢNG PL 1-2 (tiếp theo)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
F	Xuất hiện bọt trong dầu.		Miệng ống xả nằm trên mức dầu.	
G	Xilanh chạy chưa đến vị trí yêu cầu.	1. Ống dẫn bị dàn hồi. 2. Ống dẫn không có vị trí xả khí.		
H	Quá trình đóng mở bị lệch (dầu vào và dầu xả không đạt yêu cầu).	Như 4. A. Lưu lượng bình trích chứa quá lớn.	Ống dẫn không khít.	Đóng mở quá nhanh.
I	Khoảng thời gian đóng mở bơm lớn.			Van đóng mở nối tiếp điều chỉnh sai và bị hỏng.

Thứ tự	Hiện tượng hư hỏng	Nguyên nhân		
		7. Bộ ổn tốc	8. Van đảo chiều	9. Dầu
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
A	Tiếng ồn quá mức.	Tiếng ồn của dòng chảy.	1. Nam châm điện bị hỏng hoặc hiệu điện thế quá nhão. 2. Van bị hỏng do bị mòn nòng van hoặc do bị đơ bẩn. 3. Lưu lượng qua van quá lớn. 4. Áp suất điều khiển bị dao động. 5. Ở van đảo chiều với giảm chấn ở vị trí chuyển đổi bị hỏng.	1. Quá trình hút khó khăn: a. Mức dầu thấp. b. Độ nhớt quá lớn (nhiệt độ thấp). 2. Dầu bị trộn chất bẩn và tắc đường ống, bộ lọc. 3. Dầu có bọt.
B	Không đủ lực hay mômen ở cơ cấu chấp hành.	1. Tension áp suất lớn. 2. Điều chỉnh sai. 3. Van bị hỏng. 4. Chọn van không đúng thông số kỹ thuật.	1. Vị trí nòng van không đúng. 2. Nam châm điện bị hỏng. 3. Nòng van bị mòn. 4. Sức cản lớn. 5. Nòng van bị kẹt.	1. Độ nhớt nhỏ dẫn đến là tổn thất thể tích lớn. 2. Độ nhớt lớn dẫn đến tổn thất áp suất lớn. 3. Dầu có bọt.
C	Xilanh hoặc động cơ dầu chuyển động không ổn định (đao động p và Q).	1. Van bị bẩn. 2. Như 7. A - 1.	Như 8. A.	1. Dầu bị bẩn. 2. Dầu bị bọt.
D	Cơ cấu chấp hành không hoạt động hoặc chạy chậm.	1. Điều chỉnh lưu lượng nhỏ. 2. Kiểu van không thích hợp. 3. Van tắc do bẩn.	Như 8. B. Nòng van bị kẹt.	Như 9. B.

BẢNG PL 1- 3 (tiếp theo)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
E	Nhiệt độ dầu lớn.	1. Lưu lượng điều chỉnh nhỏ dẫn đến dầu sẽ nóng lên qua van tràn. 2. Van bị hỏng.	1. Tổn thất thể tích lớn. 2. Vị trí trung gian "vị trí 0" không đúng. 3. Nòng van bị kẹt.	Như 9. B.
F	Xuất hiện bọt trong dầu.			Dầu không phù hợp.
G	Xylanh chạy chưa đến vị trí yêu cầu.		1. Điều chỉnh đóng mạch chậm. 2. Nam châm điện bị hỏng. 3. Van bị bẩn.	
H	Quá trình đóng mở bị lệch (dầu vào và dầu xả không đạt yêu cầu).		1. Điều chỉnh đóng mở nhanh. 2. Chọn van không đúng thông số.	Dầu có bọt.
I	Khoảng thời gian đóng mở bơm lớn.			

Thứ tự	Hiện tượng hư hỏng	Nguyên nhân	
		10. Cơ cấu chấp hành (xilanh, động cơ dầu)	11. Yếu tố khác
(1)	(2)	(3)	(4)
A	Tiếng ồn quá mức	Bề mặt tiếp xúc bị mòn.	
B	Không đủ lực hay mômen ở cơ cấu chấp hành.	1. Tổn thất thể tích trong xilanh, động cơ. 2. Xem 10. A. 3. Ma sát lớn.	Lỗi trong mạch điều khiển và điều chỉnh.
C	Xilanh hoặc động cơ dầu chuyển động không ổn định (dao động p và Q).	1. Ma sát của vòng găng pittông lớn. 2. Vượt giới hạn vòng quay động cơ dầu.	Cơ cấu cản ở phía đường xả của truyền động không thích hợp (van cản).
D	Cơ cấu chấp hành không hoạt động hoặc chạy chậm.	Như 10. B. Cơ cấu chấp hành bị khóa.	Điều kiện khởi động không hoạt động (bộ điều chỉnh bị hỏng). Mạch điện, phích cắm điện bị hỏng. Công tắc hành trình hỏng.
E	Nhiệt độ dầu lớn.	1. Công suất không sử dụng lớn. 2. Ma sát lớn. 3. Tổn thất thể tích lớn.	1. Thiết kế hệ thống làm mát không đủ công suất. 2. Thời gian bơm chạy không lớn. 3. Dầu trong bể ít. 4. Van đóng mở làm mát không hoạt động. 5. Rò le nhiệt điều chỉnh lớn. 6. Nhiệt độ nước làm mát lớn. 7. Nhiệt độ môi trường lớn.
F	Xuất hiện bọt trong dầu		
G	Xilanh chạy chưa đến vị trí yêu cầu	1. Tổn thất thể tích lớn. 2. Không có vị trí xả khí.	Van tiết lưu một chiều không hoạt động do đơ bẩn.
H	Quá trình đóng mở bị lệch (dầu vào và dầu xả không đạt yêu cầu).	1. Tải trọng lớn. 2. Không có giảm chấn.	
I	Khoảng thời gian đóng mở bơm lớn.		Bình trích chứa có áp suất nhỏ.

CÁC ĐẠI LƯỢNG TRONG HỆ THỐNG THỦY LỰC

Đại lượng	Đơn vị		Chuyển đổi	Ghi chú
	Tên	Ký hiệu		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Góc	radian	rad	$1 \text{ rad} = \frac{\pi}{R} = 1$	$\frac{\pi}{2}$ rad còn gọi là góc vuông
	độ	°	$1^\circ = \frac{\pi}{180} \text{ rad}$	
	phút	,	$1' = \frac{\pi}{10800} \text{ rad}$	
	giây	"	$1'' = \frac{\pi}{648000} \text{ rad}$	
	vòng	vg	$1 \text{ vg} = 2\pi \text{ rad}$	
Thời gian	giây	s	$1 \text{ ms} = 10^{-3} \text{ s}$	
	phút	ph	$1 \text{ phút} = 60 \text{ s}$	
	giờ	h	$1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$	
	ngày	ngày	$1 \text{ ngày} = 86400 \text{ s}$	
Tần số	Hertz	Hz	$1 \text{ Hz} = 10^1 \text{ s}^{-1}$	$1 \text{ kHz} = 10^3 \text{ Hz}$
Số vòng quay	vòng trên giây	vg/s	$1 \text{ vg/s} = 1 \text{ Hz}$	$1 \text{ r.p.m} = 1 \text{ vg/ph} = \frac{1}{60} \text{ vg/s}$
	vòng trên phút	vg/ph	$\text{vg/ph} = \frac{1}{60} \text{ Hz}$	
Vận tốc	mét trên giây	m/s	$1 \text{ m/s} = 1 \text{ m.s}^{-1}$	$1 \text{ ft/s} = 0,3048 \text{ m/s}$
Vận tốc góc	radian trên giây	rad/s		
Gia tốc	mét trên giây bình phương	m/s ²	$1 \text{ m/s}^2 = 1 \text{ m.s}^{-2}$	$1 \text{ ft/s}^2 = 0,3048 \text{ m/s}^2$
Lưu lượng	Q	m ³ /s	$1 \text{ m}^3/\text{h} = 0,277 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ $1 \text{ lít/ph} = 16,6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$	$1 \text{ cu.in./min} = 0,273 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$ $1 \text{ g.p.m.(US)} = 63,1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$ $1 \text{ g.p.m.(UK)} = 75,8 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$
Khối lượng	kilogram	kg	$1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ kg}$ $1 \text{ mg} = 10^{-6} \text{ kg}$ $1 \text{ tấn} = 10^3 \text{ kg}$	$1 \text{ lp} = 0,4536 \text{ kg}$ $1 \text{ oz} = 0,02835 \text{ kg}$
Khối lượng riêng	kilogram trên mét khối	kg/m ³	$1 \text{ g/cm}^3 = 10^3 \text{ kg/m}^3$ $1 \text{ kg/dm}^3 = 10^3 \text{ kg/m}^3$ $1 \text{ g/ml} = 10^3 \text{ kg/m}^3$	$1 \text{ lb/cu.in} = 27,68 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$

PHỤ LỤC 2 (tiếp theo)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Lực	Newton	N	$1 \text{ N} = 1 \text{ m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$	$1 \text{ kp} = 9,81 \text{ N}$ (kG tương đương kp) $1 \text{ lbf} = 4,45 \text{ N}$
Trọng lượng riêng	Newton trên mét khõi	N/m^3		$1 \text{ kp/m}^3 = 9,81 \text{ N/m}^3$ $1 \text{ lbf/cu.in} = 271,43 \cdot 10^3 \text{ N/m}^3$
Mômen	Newton mét	N.m		$1 \text{ kp.m} = 9,81 \text{ N.m}$ $1 \text{ lbf.ft} = 1,356 \text{ N.m}$
Áp suất	Pascal bar átmôtphe kỹ thuật Torr hoặc milimét thủy ngân	Pa bar at Torr (hoặc mmHg)	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ $= 1 \text{ m}^{-1} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$ $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ $1 \text{ at} = 9,81 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$ $1 \text{ Torr} = 133,322 \text{ N/m}^2$	$1 \text{ bar} = 14,5 \text{ psi}$ $1 \text{ lbf/sq.in} = 1 \text{ psi} = 0,06895 \text{ bar}$
Ứng suất cơ khí	Pascal	Pa	$1 \text{ N/mm}^2 = 10^6 \text{ Pa}$	$1 \text{ kp/cm}^2 = 9,81 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ $1 \text{ kp/mm}^2 = 9,81 \cdot 10^6 \text{ Pa}$
Độ nhớt động lực	Pascal giây	Pa.s	$1 \text{ Pa.s} = 1 \text{ Ns/m}^2$ $= 1 \text{ m}^{-1} \text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$	$1 \text{ P} = 0,1 \text{ Pa.s}$ (P: poazσ) $1 \text{ cP} = 0,001 \text{ Pa.s}$ $1 \text{ lbf.s/sq.ft} = 47,9 \text{ Pa.s}$
Độ nhớt động	mét vuông trên giây	m^2/s	$1 \text{ m}^2/\text{s} = \frac{1 \text{ N.s/m}^2}{1 \text{ kg/m}^3}$ $= 1 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	$1 \text{ St} = 100 \text{ mm}^2/\text{s}$ $1 \text{ cSt} = 1 \text{ mm}^2/\text{s}$ $1 \text{ sq.ft/s} = 92,9 \cdot 10^3 \text{ mm}^2/\text{s}$
Công năng lượng	Joule	J	$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m}$ $= 1 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$ $1 \text{ J} = 1 \text{ Ws} = 1 \text{ Nm}$	$1 \text{ ft.lbf} = 1,356 \text{ J}$ $1 \text{ BTU} = 1055 \text{ J}$
Công suất	Watt	W	$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} = 1 \text{ m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3}$ $1 \text{ kW} = 10^3 \text{ W}$	$1 \text{ PS} = 735,5 \text{ W}$ $1 \text{ ft.lbf/s} = 745,7 \text{ W}$
Nhiệt độ	độ Kelvin độ Celsius độ Fahrenheit	K °C °F	$\Delta 1 \text{ K} = \Delta 1^\circ \text{C}$ $0^\circ \text{C} = 273,16 \text{ K}$ $0^\circ \text{F} = \frac{^\circ \text{C} \cdot 9}{5} + 32$	$0^\circ \text{C} = 5 \cdot \frac{^\circ \text{F} - 32}{9}$

KÝ HIỆU CÁC PHẦN TỬ THỦY LỰC

STT	TÊN GỌI	KÝ HIỆU	STT	TÊN GỌI	KÝ HIỆU
1	Tay gạt 3/2				
2	Van đảo chiều 4/2, điều khiển lò xo và điện tử		8	Van 4/3 hai đầu diện tử	
3	Van 4/2 tay gạt				
4	Van 4/3 điều khiển bằng tay		9	Van điều chỉnh áp suất	
			10	Van tràn	
			11	Van giảm áp	
			12	Van điều chỉnh áp suất gián tiếp	
			13	Van tràn điều khiển gián tiếp	
5	Van tiết lưu 1 chiều		14	Van giảm áp điều khiển gián tiếp	
6	Van một chiều		15	Van tiết lưu 2 chiều	
7	Van một chiều điều khiển được hướng chặn		16	Van ổn tốc	

PHỤ LỤC 3 (tiếp theo)

STT	TÊN GỌI	KÝ HIỆU	STT	TÊN GỌI	KÝ HIỆU
17	Nguồn dầu	▲	31	Áp kế	Ⓐ
18	Bể dầu	山	32	Van đóng mở	↔
19	Công tắc áp suất	↗/W	33	Lưu lượng kế	◐
20	Động cơ dầu	◐	34	Xilanh	〔〕
21	Bộ phận cung cấp dầu	〔 〕	35	Bộ trích chứa	〔 〕
22	Đèn	⊗	36	Còi	▮
23	Tiếp điểm thường mở	＼	37	Tiếp điểm thường đóng	／
24	Nút nhấn thường mở	〔＼〕	38	Công tắc thường mở	〔／〕
25	Nút nhấn thường đóng	〔／〕	39	Công tắc thường đóng	〔＼／〕
26	Nút nhấn chuyển đổi	〔／〕	40	Công tắc chuyển đổi	〔／／〕
27	Cuộn từ của van	〔／〕	41	Röle	□
28	Röle thời gian đóng chậm	〔／〕	42	Röle thời gian mở chậm	〔／／〕
29	Cảm biến điện từ	Φ	43	Cảm biến điện dung	Φ
30	Bộ đếm	AI IR1 IR2	44	Cảm biến quang	Φ

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- | | | |
|------|---|--|
| [1] | B.HEIMANN | Mechatronik
Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag,
1998 |
| [2] | BEREND BROUER | Regelungstechnik für Maschinenbauer
Stuttgart: B.G Teubner, 1998 |
| [3] | BEREND BROUER: | Steuerungstechnik für Maschinenbauer
Stuttgart: B.G Teubner, 1995 |
| [4] | BOSCH: | Elektrohydraulische Proportional- und
Regelungstechnik in Theorie und Praxis
Robert Bosch GmbH, 1995 |
| [5] | DR. ING. HABIL. STEFEN HESSE: | Greifer - Praxis. Greifer in der
Handhabungstechnik
Würzburg: Vogel Verlag, 1991 |
| [6] | EDITION FESTO DIDAKTIC: | Lexikon der Steuerungstechnik
IWT Verlag GmbH, Festo Didactic KG, 1992 |
| [7] | ERNST KAUFFMAN/
ERICH HERION/
HARRI LOCHER: | Elektropneumatische und elektrohydraulische
Steuerungen
Wiesbaden: Vieweg Verlag, 1992 |
| [8] | FESTO | Proportionalhydraulik
Festo Didactic KG, D-73734 Esslingen 1998 |
| [9] | FESTO | Sensoren für die Handhabungs- und
Bearbeitungstechnik
Festo Didactic KG, D-73734 Esslingen 1995 |
| [10] | FESTO | Hydraulik
Festo Didactic GmbH, D-73770 Denkendorf 1999 |
| [11] | FESTO | Elektrohydraulik
Festo Didactic GmbH, D-73770 Denkendorf 1999 |
| [12] | FESTO | Wartung und Fehlersuche an Anlagen mit
pneumatischer Steuerung
Festo Didactic KG, D-73734 Esslingen 1993 |

- [13] FISCHER VOGELSANG: **SI - Größen und Einheiten Physik und Technik**
Muechen: Verlag Technik Berlin, 1993
- [14] FRIEDRICH: **Tabellenbuch Metall- und Maschinentechnik**
Bonn: Ferd. Dammlers Verlag, 1993
- [15] G. MIEL, R. FIEBICH: **Steuern und Regeln**
Leipzig: Verlag Leipzig, 1987
- [16] GEHARD SCHNELL: **Sensoren in der Automatisierungstechnik**
Braunschweig/ Wiesbaden: Vieweg Verlag, 1993
- [17] GOTTFRIED NIST: **Steuern und Regeln in Maschinenbau**
Verlag Europa-Lehrmittel, 1989
- [18] HERION: **Pneumatik - Steuerungen**
Elektropneumatische Steuerungen. Seminar
Herion - Werke GmbH & Co. KG Fellbach, 1996
- [19] HERION: **Universal - Lehrsystem**
Fluidtronik - LS 2002
Herion - Werke GmbH & Co. KG Fellbach, 1996
- [20] HERION: **Elektrohydraulik**
Herion - Werke - Fluidtronik, 1990
- [21] HERION: **Handbuch (messen-steuern-regeln)**
Hydraulik-Komponenten
Herion - Werke - Fluidtronik, 1995
- [22] KOLLEKTIV: **Automatisierungstechnik in der Fertigung**
Verlag Europa - Lehrmittel, Nourney, Vollmer
GmbH & Co- Gruiten, 1992
- [23] KOLLEKTIV: **Wissensspeicher Fluidtechnik.**
Hydraulische und pneumatische Antriebs- und
Steuerungstechnik
Leipzig: VEB Fachbuchverlag, 1988
- [24] LEHRBUCH: **Elektrotechnik I . Elektrotechnische**
Grundlagen der Elektrotechnik
Muechen: Richard Pflaum Verlag, 1991
- [25] LINSE H.: **Elektrotechnik fuer Maschinenbauer**
Stuttgart: B.G Teubner, 1992

- [26] NGUYỄN NGỌC CẨN: **Truyền động dầu ép trong máy cắt kim loại**
Trường Đại học Bách khoa, Hà Nội 1974
- [27] NGUYỄN NGỌC PHƯƠNG, HUỲNH NGUYỄN HOÀNG: **Kỹ thuật điều chỉnh trong thủy lực, khí nén.**
Bài giảng "Đào tạo các chuyên đề chuyên sâu ngắn hạn".
Trung tâm Việt - Đức, trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật, Thủ Đức, thành phố Hồ Chí Minh, 2000.
- [28] NGUYỄN NGỌC PHƯƠNG: **Hệ thống điều khiển bằng khí nén**
Nxb Giáo dục, Hà Nội 1998.
- [29] PROF. DRSC. TECHN. DIETER: **Einfuehrung in die Hydraulik und Pneumatik**
Berlin: VEB Verlag Technik, 1985
- [30] PROF.DR.ING. BAUMGARTH: SIEGFRIED **Digitale Regelung und Steuerung in der Versorgungstechnik (DDC - GA)**
Springer Verlag: Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Hong Kong, Barcelona, Budapest, 1993.
- [31] THOMAS KRIST: **Meß- Steuerungs- Regelungstechnik**
Chemnitz: Technik Tabellen Verlag, 1991
- [32] TOPFER/ BESCH: **Grundlagen der Automatisierungstechnik**
Carl Hanser Verlag Muenchen Wien, 1990
- [33] TRẦN DOÀN ĐÌNH: **Truyền dẫn thủy lực trong chế tạo máy**
Nxb Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội 1984
- [34] WALTER KASPERS: **Messen, Steuern, Regeln**
Wiesbaden: Vieweg Verlag, 1985
- [35] WALTER WAGNER: **Rohrleitungstechnik**
Wurzburg: Vogel Verlag, 1993
- [36] WALTER WAGNER: **Stromung und Druckverlust**
Wuerzburg: Vogel Verlag, 1992
- [37] WALTERS KASPERS/ WOLFGANG VOGT: **Steuern - Regeln - Automatisieren**
Lehr- und Arbeitsbuch
Braunschweig/ Wiesbaden: Vieweg Verlag, 1996
- [38] WERNER THRUN/ MICHAEL STERN: **Steuerungstechnik in Maschinenbau**
Braunschweig/ Wiesbaden: Vieweg Verlag, 1997
- [39] WILL BOHL: **Technische Strömungslehre**
Wurzburg: Vogel Verlag, 1991

MỤC LỤC

	Trang
Lời giới thiệu	3
Lời nói đầu	5

CHƯƠNG 1 : CƠ SỞ LÝ THUYẾT

I. Những ưu điểm và nhược điểm của hệ thống điều khiển bằng thủy lực	7
II. Định luật của chất lỏng	8
III. Đơn vị đo các đại lượng cơ bản	10
IV. So sánh các loại truyền động	13
V. Phạm vi ứng dụng	14
VI. Tốn thất trong hệ thống điều khiển bằng thủy lực	14
VII. Độ nhớt và yêu cầu đối với dầu thủy lực	19

CHƯƠNG 2 : CUNG CẤP VÀ XỬ LÝ DẦU

I. Bơm và động cơ dầu	23
II. Bể dầu	38
III. Bộ lọc dầu	41
IV. Đo áp suất và lưu lượng	44
V. Bình trích chứa	47
VI. Thí nghiệm xác định đặc tính	51

CHƯƠNG 3 : HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN BẰNG THỦY LỰC

I. Khái niệm	56
II. Van áp suất	58
III. Van đảo chiều	70
IV. Van tiết lưu	77
V. Bộ ống tốc	82
VI. Điều khiển, điều chỉnh áp suất và lưu lượng bơm	91
VII. Van chặn	94
VIII. Xi lanh truyền động (cơ cấu chấp hành)	98
IX. Ống dẫn, ống nối	103

CHƯƠNG 4 : ỨNG DỤNG TRUYỀN ĐỘNG THỦY LỰC

I. Mục đích	110
II. Các sơ đồ lắp diễn hình	111
III. Ví dụ minh họa	112

1.	Máy dập thủy lực điều khiển bằng tay	112
2.	Cơ cấu rót tự động cho quy trình công nghệ đúc	113
3.	Nâng hạ chi tiết được sơn trong lò sấy	113
4.	Cơ cấu kẹp chặt chi tiết gia công	115
5.	Hệ thống cầu tải trọng nhẹ	116
6.	Máy khoan bàn	117
7.	Máy xúc (để tham khảo)	118
8.	Máy cẩu (để tham khảo)	118
CHƯƠNG 5 : KIẾN THỨC CƠ BẢN VỀ KỸ THUẬT ĐIỆN		
I-	Lực hút điện từ	121
II-	Cảm ứng điện từ	122
III-	Nam châm điện từ	123
IV-	Hệ thống điều khiển điện-thủy lực	127
CHƯƠNG 6 : CÁC PHẦN TỬ ĐIỆN, ĐIỆN-THỦY LỰC		
I-	Các phần tử điện	128
II-	Van đảo chiều điều khiển bằng nam châm điện	135
III-	Van áp suất điện từ	146
IV-	Role áp suất	147
V-	Block điều khiển	148
VI-	Van đơn vị thủy lực	150
CHƯƠNG 7 : VAN TUYẾN TÍNH THỦY LỰC		
I-	Khái niệm	156
II-	So sánh van tuyến tính và van thủy lực đóng mở	157
III-	Đường đặc tính nam châm điện từ của van tuyến tính	157
IV-	Phân loại van tuyến tính	159
V-	Van áp suất tuyến tính	161
VI-	Van đảo chiều tuyến tính	162
VII-	Tính chất tĩnh học và động học của van tuyến tính	166
VIII-	Bộ điều chỉnh van tuyến tính	170
CHƯƠNG 8 : LÝ THUYẾT ĐIỀU KHIỂN		
I-	Khái niệm quá trình điều khiển	181
II-	Phần tử mạch logic	183
III-	Lý thuyết đại số Boole	186
IV-	Biểu đồ Karnaugh	197
V-	Phần tử nhớ	204
CHƯƠNG 9 : PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ MẠCH ĐIỀU KHIỂN		
I-	Biểu diễn chức năng của quá trình điều khiển	210
II-	Phương pháp thiết kế mạch điều khiển hành trình	220

CHƯƠNG 10 : CÁC BÀI TẬP ỨNG DỤNG

1. <i>Bài tập 1</i> : Thiết bị khoan	235
2. <i>Bài tập 2</i> : Thiết bị dập khuôn	236
3. <i>Bài tập 3</i> : Thiết bị lắp ráp có độ dôi	236
4. <i>Bài tập 4</i> : Hệ thống đóng cửa kho	238
5. <i>Bài tập 5</i> : Thiết bị khoan tự động	239
6. <i>Bài tập 6</i> : Thiết bị lắp ráp tự động	240
7. <i>Bài tập 7</i> : Cơ cấu thay lưỡi lọc máy ép nhựa	243
8. <i>Bài tập 8</i> : Máy khoan - doa tự động	244
9. <i>Bài tập 9</i> : Thiết bị khoan tự động	247
10. <i>Bài tập 10</i> : Máy dập tự động	251
11. <i>Bài tập 11</i> : Trạm kiểm tra	253
12. <i>Ví dụ tham khảo</i> : Máy ép nhựa	257

PHỤ LỤC

<i>Phụ lục 1</i> : Vận hành và duy tu hệ thống thủy lực	258
<i>Phụ lục 2</i> : Các đại lượng trong hệ thống thủy lực	266
<i>Phụ lục 3</i> : Ký hiệu các phần tử thủy lực	268

TÀI LIỆU THAM KHẢO

270

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

Tổ chức bản thảo và chịu trách nhiệm nội dung :

Phó Tổng Giám đốc kiêm Giám đốc NXBGD tại TP. Hồ Chí Minh
VŨ BÁ HOÀ

Biên tập nội dung và tái bản :

VŨ DƯƠNG HÀ

Biên tập kỹ thuật :

TRẦN THÀNH TOÀN

Trình bày bìa :

HOÀNG PHƯƠNG LIÊN

Sửa bản in :

THANH BÌNH

Chế bản tại :

Phòng SCBT - CN.NXBGD - TP.HCM

HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN BẰNG THỦY LỰC

(Lý thuyết và các ứng dụng thực tế)

Mã số : 7B562t7

In 2.000 bản, khổ 19x27cm, tại Cty In Văn Hóa Sài Gòn
Số 754 Hàm Tử, Q5-TP.CM . Số in : 40/GC-SGK/07. Số XB : 307-2007/CXB/1-698/GD .
In xong và nộp lưu chiểu tháng 06 năm 2007

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC
GIỚI THIỆU MỘT SỐ SÁCH KỸ THUẬT-DẠY NGHỀ

1. Công việc của người thợ sửa chữa cơ khí	<i>Tô Xuân Giáp</i>
2. Phương tiện dạy học	<i>Tô Xuân Giáp</i>
3. Hệ thống điều khiển bằng khí nén	<i>TS. Nguyễn Ngọc Phương</i>
4. Máy gia công cơ học nông sản - thực phẩm	<i>TS. Nguyễn Như Nam, TS. Trần Thị Thanh</i>
5. Hệ thống máy công nghiệp phục vụ sản xuất cây trồng	<i>PGS.TS. Nguyễn Quang Lộc</i>
6. Lý thuyết ô tô	<i>TS. Nguyễn Nước</i>
7. Sử dụng thiết bị cắt mạch chống dòng điện rò	<i>TS. Nguyễn Tri Tiễn</i>

Bạn đọc có thể mua sách tại các Công ty Sách – Thiết bị trường học
ở các địa phương hoặc các cửa hàng sách của Nhà xuất bản Giáo dục :

- Tại TP. Hà Nội : 187 Giảng Võ ; 232 Tây Sơn ; 23 Tràng Tiền ; 25 Hàn Thuyên.
- Tại TP. Đà Nẵng : 15 và 62 Nguyễn Chí Thanh.
- Tại TP. Hồ Chí Minh : 104 Mai Thị Lựu, Quận 1 ; 451B – 453 Hai Bà Trưng, Quận 3 ;
240 Trần Bình Trọng, Quận 5.
- Tại TP. Cần Thơ : 5/5 đường 30/4.

Website : www.nxbgd.com.vn



8 934980 776346



Giá : 38.000 đ