

BỘ CÔNG THƯƠNG  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP TP.HCM

**TRUNG TÂM CÔNG NGHỆ CƠ KHÍ  
BỘ MÔN CƠ ĐIỆN TỬ**

**GIÁO TRÌNH  
HỆ THỐNG KHÍ NÉN-THỦY LỰC**

**Biên soạn:** **Nguyễn Ngọc Diệp**  
**Lê Thanh Vũ**  
**Nguyễn Đức Nam**

**TP.Hồ Chí Minh 10/2007**

## LỜI NÓI ĐẦU

Giáo trình ***Hệ thống Khi nén - Thủy lực*** do nhóm giảng viên Bộ môn Cơ điện tử thuộc Trung tâm Công nghệ Cơ khí - Trường Đại học Công nghiệp TP.HCM biên soạn dựa trên cơ sở chương trình chi tiết của môn học. Giáo trình này dùng làm tài liệu học tập và tham khảo cho sinh viên khối chuyên ngành kỹ thuật ở 2 bậc học Đại học và Cao đẳng.

Với thời lượng qui định của môn học, nội dung Giáo trình được chia làm 2 phần:

Phần 1: Hệ thống Khi nén (Chương 1 đến Chương 5)

Phần 2: Hệ thống Thủy lực (Chương 6 đến Chương 10)

Riêng phần thực hành của môn học gồm các bài thực hành sẽ được đề cập trong giáo trình khác.

Quá trình biên soạn dựa trên các tài liệu kỹ thuật: “*Hệ thống truyền động bằng khí nén*” và “*Hệ thống truyền động bằng thủy lực*” của thầy Nguyễn Ngọc Phương; *Pneumatics - Basic Level 101, Hydraulics - Basic Level 501* của Festo Didactic; “*Practical Pneumatics*” 1998 Christopher M Stacey; “*Modern Hydraulics*” William Wolansky, Arthur Akers.

Tuy đã được chỉnh sửa nhưng sẽ không tránh khỏi những sai sót, chúng tôi rất chân thành tiếp nhận và cảm ơn sự góp ý của độc giả về nội dung giáo trình.

Các đóng góp xin gửi về: Bộ môn Cơ điện tử, Trung tâm Công nghệ Cơ khí, Trường Đại học Công nghiệp TP.HCM, 12 Nguyễn Văn Bảo, P4, Quận Gò Vấp - TP.HCM.

**BM CƠ ĐIỆN TỬ**  
**TRUNG TÂM CÔNG NGHỆ CƠ KHÍ**

## PHẦN 1: HỆ THỐNG KHÍ NÉN

### Chương 1: CƠ SỞ LÝ THUYẾT VỀ KHÍ NÉN

#### 1.1. SỰ PHÁT TRIỂN CỦA KỸ THUẬT KHÍ NÉN

Ứng dụng của khí nén con người đã biết đến từ trước công nguyên thông qua các thiết bị bắn đá, bắn tên... tiếp đến là một số phát sinh sáng chế của *Klesibios* và *Heron* như thiết bị đóng, mở cửa bằng khí nén; bom; súng phun lửa được ứng dụng.

Mãi cho đến thế kỷ 17 nhà kỹ sư chế tạo người Đức *Otto von Guerike* (1602-1689), nhà toán học và triết học người Pháp *Blaise Pascal* (1623-1662), nhà vật lý người Pháp *Denis Papin* (1647-1712) đã xây dựng nền tảng cơ bản ứng dụng khí nén.

Cho đến thế kỷ 19, một số thiết bị sử dụng năng lượng khí nén lần lượt được phát minh như việc vận chuyển trong đường ống bằng khí nén (1835), điều khiển thắng xe bằng khí nén (1880), búa tán định bằng khí nén (1861)...

Ngày nay việc ứng dụng năng lượng bằng khí nén trong kỹ thuật điều khiển đang phát triển khá mạnh. Các dụng cụ, thiết bị, phần tử khí nén mới được cải tiến, sáng chế và ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau, sự kết hợp khí nén với điện - điện tử sẽ mở ra nhiều triển vọng và nó sẽ là một trong những nhân tố quyết định sự phát triển của kỹ thuật điều khiển tự động.

#### 1.2. KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG CỦA KHÍ NÉN

- Dùng cho các thiết bị công nghiệp, giao thông, dân dụng: búa máy dùng hơi, thiết bị nâng hạ, đồ gá kẹp dao trong máy CNC, đóng mở cửa xe bus...).
- Trong các dây chuyền sản xuất hoặc lắp ráp tự động: xúc rửa chai, đóng gói bao bì, lắp ráp các linh kiện điện tử...
- Các dụng cụ, thiết bị va đập: đục hơi, máy khai thác đá, khai thác than, thiết bị hàm mỏ...
- Có khả năng tạo chuyển động quay bằng khí nén với công suất lớn giá thành rất cao so với điện nhưng thể tích và trọng lượng rất nhỏ,
- Truyền động bằng khí nén có thể ứng dụng trong các lĩnh vực ở đó cần vệ sinh môi trường và an toàn cao, không gây cháy.

#### 1.3. NHỮNG ĐẶC TRƯNG CƠ BẢN & ƯU NHƯỢC ĐIỂM CỦA HTTĐ KHÍ NÉN

##### 1.3.1. Những đặc trưng cơ bản của HTTĐ bằng khí nén

- *Độ an toàn khi quá tải*: khi hệ thống đạt được áp suất làm việc tối hạn, thì truyền động vẫn an toàn, không gây sự cố hư hỏng.
- *Tồn thắt năng lượng*: Tồn thắt áp suất và chi phí đầu tư mạng truyền tải bằng khí nén tương đối thấp so với bằng thủy lực nhưng cao so với truyền động điện.
- *Truyền động đơn giản và hiệu quả nhất* là khi cần tạo truyền động thẳng chỉ cần dùng các xi lanh khí nén.
- *Vận tốc truyền động*: dòng khí nén có thể tạo nên vận tốc khá cao cho các cơ cầu chìp hành (1- 2m/s).
- *Khả năng điều chỉnh lưu lượng và áp suất*: có khả năng điều chỉnh lưu lượng và áp suất một cách vô cấp.
- *Tốc độ xử lý tín hiệu* tương đối chậm hơn so với truyền động điện.

### 1.3.2. Ưu nhược điểm của HTTĐ bằng khí nén

#### a) Ưu điểm:

- Về số lượng: không khí có sẵn ở mọi nơi với số lượng không hạn chế.
- Về lưu trữ: không khí có thể nén được nên có thể dùng các bình chứa để lưu trữ, và có thể trích ra một lượng cần thiết để sử dụng.
- Không khí nén ít bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ và không gây cháy.
- Về mặt môi trường, không gây ô nhiễm và không phải xử lý trước khi thải ra môi trường.
- Cấu tạo các trang thiết bị cho hệ thống khí nén khá đơn giản và rẻ tiền, các phần tử được tiêu chuẩn hóa cao, dễ dàng thay thế, bảo dưỡng.

#### b) Nhược điểm:

- Lực truyền tải trọng thấp và bị không chế bởi áp suất làm việc, thông thường hệ thống truyền động khí nén làm việc với áp suất 7 – 8 bar. Với áp suất này độ lớn lực công tác được giới hạn từ 20.000 - 30.000 N (tùy thuộc vào vận tốc và cấu hình của cơ cấu chấp hành).
- Dòng khí nén thoát ra ngoài thường gây tiếng ồn.
- Tốc độ xử lý tín hiệu thấp so với điện
- Do khả năng đàn hồi của không khí nén lớn cho nên khi tải trọng thay đổi dẫn đến vận tốc truyền cũng thay đổi, làm ảnh hưởng độ chính xác chuyển động.

## 1.4. CÁC ĐẠI LƯỢNG VẬT LÝ & ĐƠN VỊ ĐO

### 1.4.1. Các đại lượng vật lý thường dùng trong khí nén

#### a) Lực:

Đơn vị đo lực là Newton (N). Từ định luật 2 Newton:  $F = m \cdot a$  [N]

Ta thấy, 1 Newton là lực gây cho một vật có khối lượng 1 kg gia tốc bằng 1 m/s<sup>2</sup>

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

Đơn vị lực cũ thường dùng: kG, kgf, kp (*kilopoud*) sẽ không được dùng từ sau 31/12/2005 (\*)

Theo đó: 1 kp = 9,806 N, thực tế người ta lấy: 1 kp = 10 N

#### b) Áp suất:

- Đơn vị đo áp suất theo hệ SI (và theo Nghị định 65) là Pascal (Pa)

- Pascal là áp suất do lực 1 Newton vuông góc và phân bố đều lên bề mặt diện tích 1m<sup>2</sup>.

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

Trong thực tế đơn vị Pascal khá nhỏ nên người ta thường sử dụng Megapascal (MPa) hoặc đơn vị khác là bar (bar là từ Hy Lạp "baros" nghĩa là "trọng lượng")

$$1 \text{ bar} = 100 \text{ kPa} = 0,1 \text{ MPa} = 10^5 \text{ Pa}$$

- Các nước Anh, Mỹ dùng đơn vị đo áp suất là PSI (*Pounds per Square Inch*)

$$1 \text{ PSI} = 6.894,76 \text{ N/m}^2$$

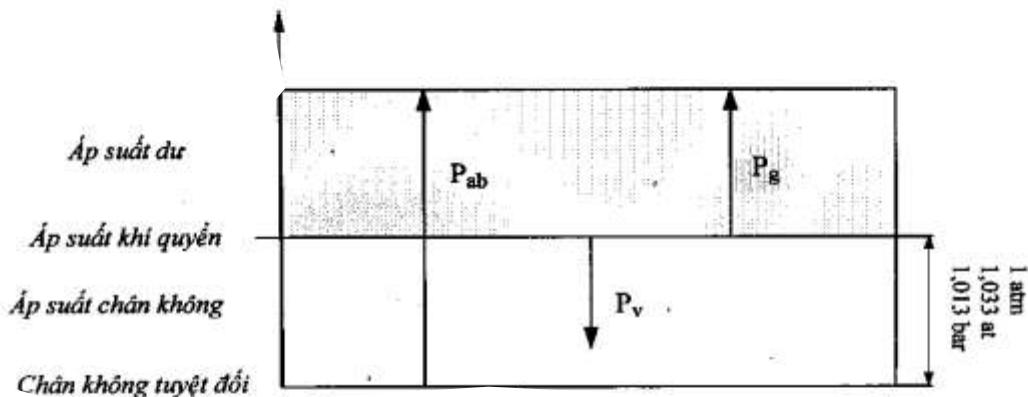
$$1 \text{ bar} \approx 14,5 \text{ PSI}$$

Chú ý: Theo (\*) sẽ bỏ các đơn vị đo áp suất kể từ 31/12/2005 như sau:

- Atmôphe kỹ thuật:  $1 \text{ at} = 9,81 \cdot 10^4 \text{ Pa} \approx 1 \text{ kG/cm}^2$
- Mát cột nước (mH<sub>2</sub>O):  $m \text{H}_2\text{O} = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 1 \text{ m} = 9,81 \cdot 10^4 \text{ Pa} = 10^{-1} \text{ at}$
- Torr (mmHg): áp suất dưới cột thủy ngân cao 1mm có  $\rho = 13,595 \text{ kg/m}^3$ , ở 0°C

- Các dạng áp suất trong tính toán kỹ thuật
- Áp suất tuyệt đối (*Absolute pressure*)  $P_{ab}$
- Chân không (*Vaccum*):  $P_v$
- Áp suất dư (*Gauge pressure*):  $P_g$

Mỗi quan hệ giữa các loại áp suất thể hiện trên hình 1.1



Hình 1.1: Quan hệ các dạng áp suất

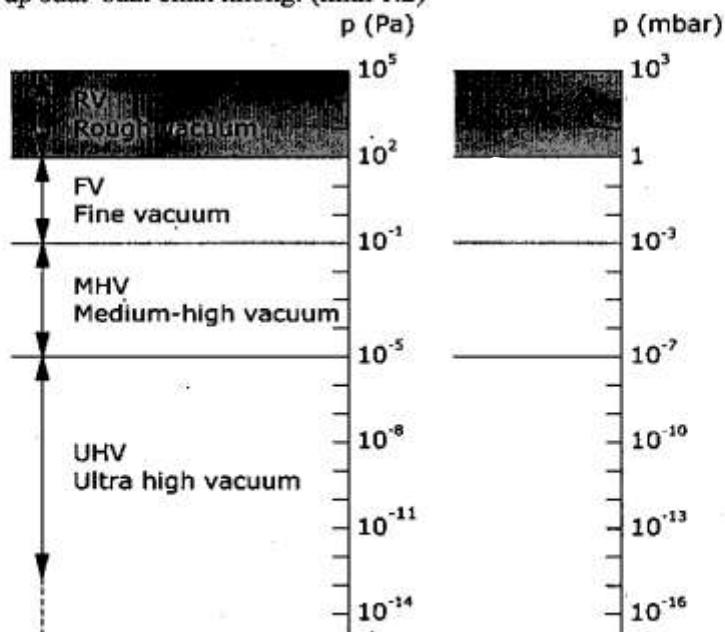
Áp suất hiển thị trên các áp kế là áp suất dư ( $P_g$ ) là hiệu giữa áp suất tuyệt đối ( $P_{ab}$ ) và áp suất khí quyển.

$$P_g = P_{ab} - 1 \text{ (atm)}$$

Áp suất ghi trên các chân không kế là hiệu giữa áp suất khí quyển và áp suất tuyệt đối

$$P_v = 1 \text{ (atm)} - P_{ab}$$

- Các dạng áp suất chân không: (hình 1.2)



Hình 1.2: Các dạng áp suất chân không

### 1.4.2. Các đơn vị đo

#### a) Các thông số cơ bản

Thông số	Ký hiệu	Hệ kỹ thuật	Hệ SI
Chiều dài (Length)	L	Mét (m)	Mét (m)
Khối lượng (Mass)	m	$\text{kp} \cdot \text{s}^2/\text{m}$	Kilogram (kg)
Thời gian (Timer)	t	Giây (s)	Giây (s)
Nhiệt độ (Temperature)	T	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{K}$

#### b) Các thông số dân số

Thông số	Ký hiệu	Hệ kỹ thuật	Hệ SI
Lực (Force)	F	Kilopond (kp)	Newton (N)
Áp suất (Pressure)	P	Atmosphere (at)	Pascal (Pa)
Diện tích (Area)	A	$\text{m}^2$	$\text{m}^2$
Thể tích (Volume)	V	$\text{m}^3$	$\text{m}^3$
Lưu lượng (Flowrate)	Q	$\text{m}^3/\text{s}$	$\text{m}^3/\text{s}$
K.lg riêng không khí	$\rho = 1,29 \text{ kg/m}^3$		

## 1.5. CÁC PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI NHIỆT ĐỘNG HỌC

Tùy phương trình trạng thái nhiệt ta có các trường hợp:

- Khi nhiệt độ không đổi ( $T = \text{const}$ ), ta có định luật Boyle-Mariotte
- Khi áp suất không đổi ( $P = \text{const}$ ), ta có định luật Gay-Lussac 1
- Khi thể tích không đổi ( $V = \text{const}$ ), ta có định luật Gay-Lussac 2
- Khi cả 3 đại lượng T, P và V đều thay đổi, ta có **phương trình trạng thái nhiệt**

### 1.5.1. Định luật Boyle-Mariotte:

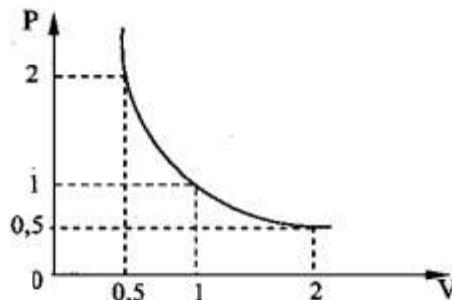
Ở nhiệt độ không đổi ( $T = \text{const}$ ), thể tích và áp suất của một khối lượng khí xác định là một hằng số.

$$P \cdot V = \text{Const}$$

$$\text{Nghĩa là } P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 = P_3 \cdot V_3 \dots$$

Hình 1.3 là đồ thị đẳng nhiệt

Hình 1.3: Đường đẳng nhiệt PV



### 1.5.2. Định luật Gay-Lussac:

#### a) Khi áp suất không đổi ( $P = \text{const}$ )

Khi áp suất không đổi, thể tích của một khối lượng khí xác định tỉ lệ thuận với nhiệt độ tuyệt đối của chất khí ấy.

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\text{Hoặc } V_1 \cdot T_2 = V_2 \cdot T_1$$

Trong đó :

$T_1$  nhiệt độ tại thời điểm chất khí có thể tích  $V_1$  [ $^{\circ}\text{K}$ ]

$T_2$  nhiệt độ tại thời điểm chất khí có thể tích  $V_2$  [ $^{\circ}\text{K}$ ]

b) Khi thể tích không đổi ( $V = \text{const}$ )

Trong điều kiện thể tích không đổi, áp suất của một khối lượng khí xác định tỉ lệ thuận với nhiệt độ tuyệt đối của chất khí ấy.

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\text{Hoặc } P_1 \cdot T_2 = P_2 \cdot T_1$$

Trong đó :

$P_1$  áp suất tuyệt đối của chất khí ở thể tích  $V_1$  [bar]

$P_2$  áp suất tuyệt đối của chất khí ở thể tích  $V_2$  [bar]

### 1.5.3. Phương trình trạng thái nhiệt của chất khí:

Khi cả 3 thông số trạng thái nhiệt độ, áp suất, thể tích của một chất khí đều thay đổi để khảo sát mối quan hệ giữa các thông số trạng thái này ta sử dụng phương trình trạng thái dạng tổng quát.

Từ tổng quát đã nêu trên ta có thể biến đổi

$$P \cdot V = m \cdot R \cdot T$$

$$\Rightarrow \frac{P \cdot V}{T} = m \cdot R = \text{const}$$

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} = \frac{P_3 \cdot V_3}{T_3}$$

Trong đó:  $P$  Áp suất tuyệt đối chất khí, [bar]

$V$  Thể tích chất khí, [ $m^3$ ]

$T$  Nhiệt độ chất khí, [ $^{\circ}\text{K}$ ]

$m$  Khối lượng chất khí [kg] ( $m = V \cdot \rho$  [kg]) }  $\Rightarrow m \cdot R = \text{Const}$

$R$  Hằng số khí, với không khí  $R = 29,27$

### 1.5.4. Lưu lượng khí nén qua khe hở

Lưu lượng không khí qua khe hở được tính :

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

Trong đó :  $\alpha$  hệ số lưu lượng

$\varepsilon$  hệ số giãn nở

$A_1$  diện tích mặt cắt của khe hở  $A_1 = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$

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

$\rho_1$  khối lượng riêng của không khí, [ $\text{kg/m}^3$ ]

Bài tập 1.1:

Người ta dùng một máy nén khí để nén không khí vào một bình chứa, ban đầu bình chứa thông với áp suất khí quyển. Cuối quá trình nén biết thể tích không khí trong bình chứa bị nén 7 lần. Hồi lúc đó áp kế trên bình chứa chỉ áp suất bao nhiêu ?

$$(P = 6 \text{ atm})$$

Bài tập 1.2:

Một bình chứa khí có thể tích  $V = 6\text{m}^3$  cần được nạp đầy không khí để áp kế của bình chỉ áp suất 9 bar. Tính thể tích của lượng không khí cần thiết của khí quyển (F.A - Free Air) được máy nén khí nén hút vào bình chứa ?

$$(V_2 = 54 \text{ m}^3)$$

Bài tập 1.3:

Trong một xi lanh của máy nén khí kiểu piston ở cuối hành trình hút có  $2\text{dm}^3$  không khí được hút vào với áp suất 1at và nhiệt độ là  $47^\circ\text{C}$ . Sau đó piston nén xuống làm cho thể tích hỗn hợp khí chỉ còn  $0,2\text{dm}^3$  và áp suất tăng lên 15at.

Tính nhiệt độ của hỗn hợp khí nén ?

$$(T_2 = 480^\circ\text{K})$$

## Chương 2 : HỆ THỐNG THIẾT BỊ SẢN XUẤT VÀ PHÂN PHỐI KHÍ NÉN

### 2.1. MÁY NÉN KHÍ

Máy nén khí là thiết bị sử dụng năng lượng cơ học của động cơ điện hoặc động cơ đốt trong để tạo ra năng lượng là nguồn khong khí nén cung cấp cho các thiết bị hoặc các hệ thống khí nén.

#### 2.1.1. Nguyên tắc hoạt động và phân loại máy nén khí

##### a). Nguyên tắc hoạt động:

Máy nén khí hoạt động dựa theo 2 nguyên lý cơ bản:

- **Nguyên lý thay đổi thể tích:**

Dựa vào sự thay đổi thể tích buồng hút và buồng nén, không khí được hút vào buồng hút của máy nén khí, sau đó bị nén vào bình chứa khí nén. Hoạt động theo nguyên tắc này có các loại máy nén khí kiểu pittông, bánh răng, cánh gạt.

- **Nguyên lý động năng:**

Không khí được dẫn vào buồng chứa, ở đó áp suất khí nén được tạo ra bằng động năng của bánh dẫn. Nguyên tắc hoạt động này có thể tạo ra lưu lượng và công suất rất lớn. Hoạt động theo nguyên tắc này có các loại máy nén khí kiểu ly tâm.

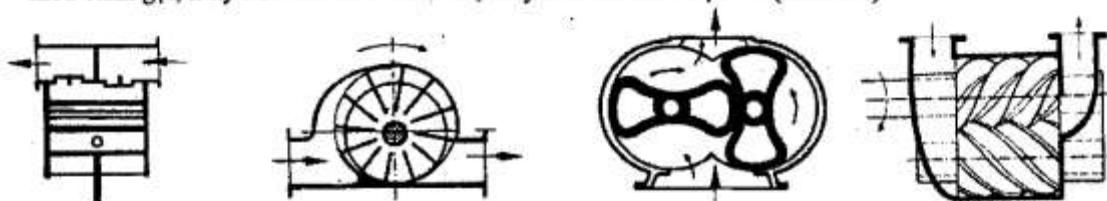
##### b). Phân loại:

- **Theo áp suất sử dụng:**

- Máy nén khí áp suất thấp:  $P < 15$  bar
- Máy nén khí áp suất cao:  $P > 15$  bar
- Máy nén khí áp suất rất cao:  $P > 100$  bar

- **Theo nguyên lý hoạt động:**

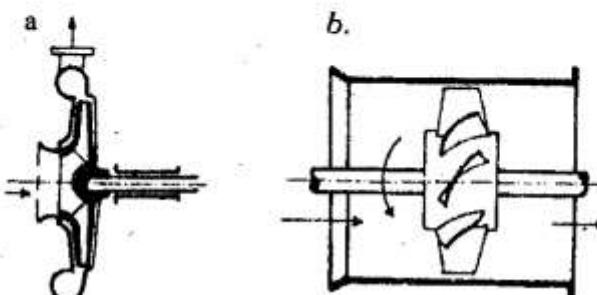
- Máy nén khí theo nguyên lý thay đổi thể tích: máy nén khí kiểu pittông, máy nén khí kiểu cánh gạt, máy nén khí kiểu cánh lồi, máy nén khí kiểu trực vít (hình 2.1).



a) Máy nén khí pittông    b) Máy nén khí cánh gạt    c) Máy nén khí cánh lồi    d) Máy nén khí trực vít

Hình 2.1: Các loại máy nén khí

- Máy nén khí tuabin: gồm máy nén khí ly tâm và máy nén khí theo chiều trực (hình 2.2)



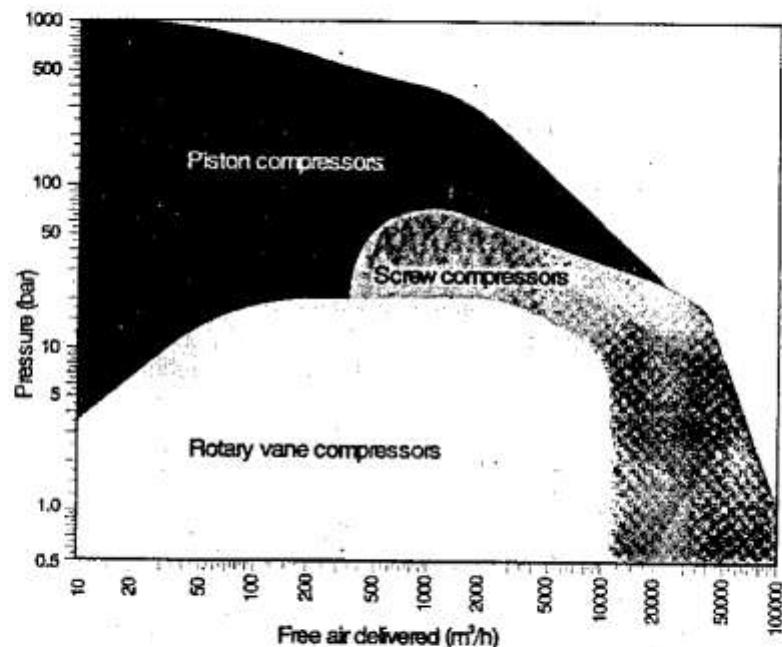
Hình 2.2: Máy nén khí tuabin

a) Máy nén khí ly tâm

b) Máy nén khí chiều trực

c). Phạm vi ứng dụng của các loại máy nén khí:

Khi chọn máy nén khí để sử dụng, các thông số kỹ thuật cần quan tâm là áp suất làm việc P và lưu lượng Q của máy nén khí. Hình 2.3 biểu diễn phạm vi ứng dụng của một vài loại máy nén khí thông dụng.



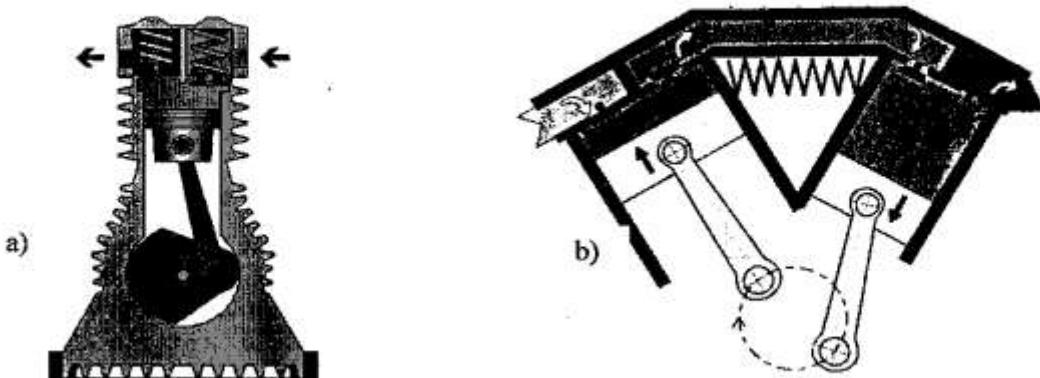
Hình 2.3: Phạm vi ứng dụng của máy nén khí

#### 2.1.2. Máy nén khí kiểu piston (*Reciprocating compressors*)

Máy nén khí kiểu pittông hoạt động theo nguyên tắc thay đổi thể tích (buồng hút và buồng đẩy). Thông thường có 2 dạng:

- Máy nén khí kiểu pittông gián đoạn.
- Máy nén khí kiểu màng.

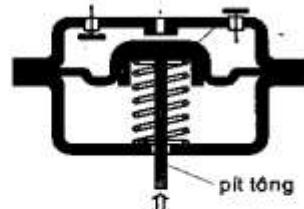
Hình 2.4a thể hiện nguyên lý hoạt động của một máy nén khí kiểu pittông 1 cấp. Máy nén khí loại này có thể hút được lưu lượng đến  $10 \text{ m}^3/\text{ph}$  và áp suất nén lên đến 8 bar, trong một số trường hợp đặc biệt có thể lên đến 12 bar. Trong thực tế để tăng áp suất, người ta có thể ghép nối tiếp các máy nén khí với nhau để tạo nên các loại máy nén khí pittông 2 cấp (Hình 2.4b), 3 cấp.



Hình 2.4: Nguyên lý hoạt động của máy nén khí kiểu piston

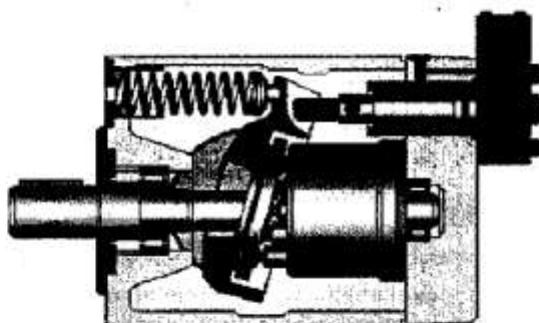
- Máy nén khí kiểu màng (*Diaphragm compressor*)

Hình 2.5 là sơ đồ nguyên lý máy nén khí kiểu màng. Nguyên tắc hoạt động tương tự máy nén khí kiểu piston gián đoạn, ở đây piston có cấu tạo dạng màng, được làm từ các vật liệu phi kim loại và chịu đòn hồi, mài mòn.



Hình 2.5: Máy nén khí kiểu màng

Hình 2.6 là sơ đồ cấu tạo của máy nén khí piston chiều trực (*Axial piston pump*).



Hình 2.6: Máy nén khí piston chiều trực

Lưu lượng máy nén khí kiểu pittông được tính :

$$Q_v = \eta \cdot V \cdot n \cdot 10^3 \text{ [m}^3/\text{phút}].$$

Trong đó: V: Thể tích khí nén tải đi trong 1 vòng quay, [lit]  
n: Số vòng quay của động cơ máy nén khí, [v/ph]  
η: Hiệu suất nén, [%]

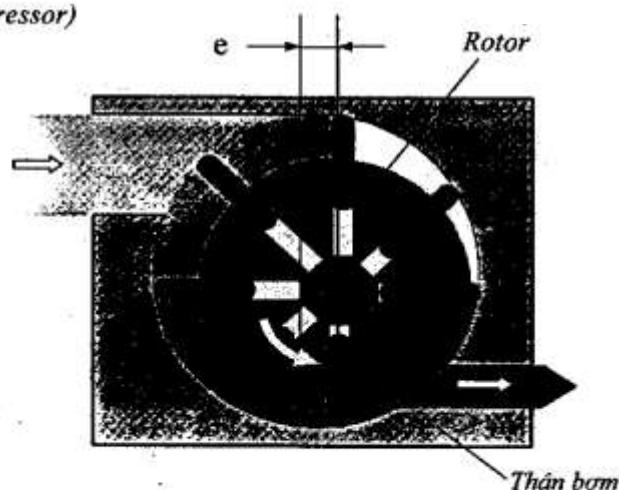
### 2.1.3. Máy nén khí kiểu cánh gạt (*Vane compressor*)

Máy nén khí cánh gạt gồm thân bom và một rotor (hình 2.7), trên rotor xé các rãnh trượt để lắp các cánh gạt. Khi rotor quay, lực ly tâm làm các cánh gạt di trượt trong rãnh và chuyển động tựa theo mặt trong của thân bom, làm hình thành vùng hút không khí vào, nén và đẩy vào bình chứa.

Lưu lượng của máy nén khí kiểu cánh gạt được tính theo công thức:

$$Q_v = 2 \eta (\pi D - Z \cdot \delta) e b n \text{ [m}^3/\text{phút}]$$

Trong đó: δ chiều dày cánh gạt [m]  
Z số cánh gạt  
n số vòng quay rotor [v/p]  
η hiệu suất ( $\eta = 0,7 - 0,8$ )  
e độ lệch tâm [m]  
D đường kính stato [m]  
b chiều rộng cánh gạt [m]



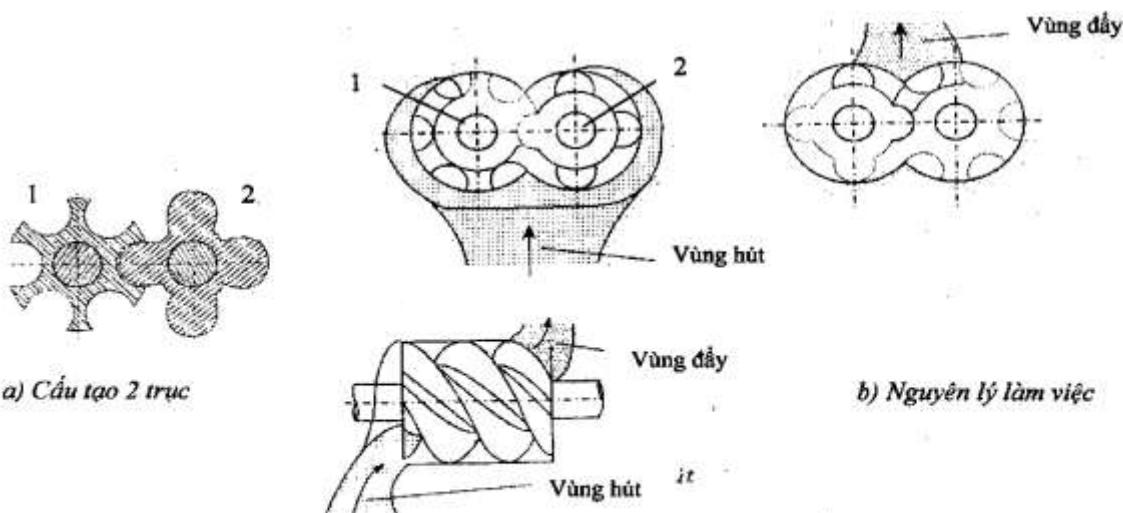
Hình 2.7: Nguyên lý hoạt động máy nén khí kiểu cánh gạt

#### 2.1.4. Máy nén khí kiểu trực vít (Screw compressor)

##### a). Nguyên lý hoạt động:

Máy nén khí kiểu trực vít hoạt động theo nguyên lý thay đổi thể tích, thể tích khoang trống giữa các răng sẽ bị thay đổi khi trực vít quay được 1 vòng.

Phần chính của máy nén khí kiểu trực vít gồm 2 trực: *trục chính* và *trục phụ*. Số răng (số đầu mỗi) của trực xác định thể tích làm việc (hút, nén) khi trực quay 1 vòng. Số răng càng lớn, thể tích hút-nén của 1 vòng quay sẽ nhỏ. Số răng (số đầu mỗi) của trực chính và trực phụ không bằng nhau sẽ cho hiệu suất tốt hơn. Trong hình 2.8, trực chính 2 có 4 đầu mỗi (4 răng) trực phụ 1 có 5 đầu mỗi (5 răng).



Hình 2.8: Máy nén khí kiểu trực vít.

Lưu lượng máy nén khí kiểu trực vít tính theo công thức:

$$Q_v = \eta \cdot q \cdot n \quad [\text{m}^3/\text{ph}]$$

q lưu lượng /vòng  $[\text{m}^3/\text{vòng}]$

n	$\eta$
4.500	0.80
5.000	0.82
6.000	0.86

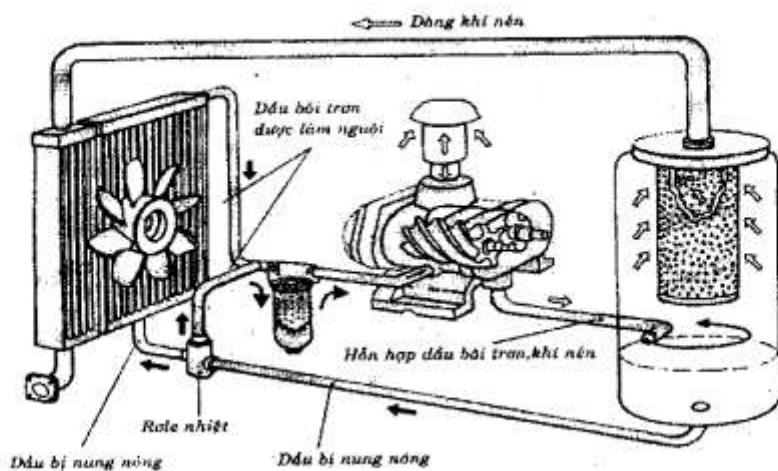
$\eta$  Hiệu suất,  $\eta$  phụ thuộc số vòng quay n theo bảng:

n số vòng quay trực chính [v/ph]

##### a) Sơ đồ hệ thống máy nén khí kiểu trực vít:

Máy nén khí trực vít thường sử dụng nhiều trong các ngành công nghiệp.

Khí nén cùng với dầu bôi trơn tạo thành hỗn hợp vào bình lọc (hình 2.9). Tại đây, khí nén thoát ra theo đường ống dẫn phía trên và dầu bôi trơn mang nhiệt theo đường dẫn phía dưới bình lọc. Khí nén được chuyển đến HT điều khiển, sau đó qua bộ phận làm mát bằng quạt gió. Tại đây dầu được làm nguội nhờ quạt gió sau đó qua rò le nhiệt về bình chứa.



Hình 2.9: Sơ đồ HT máy nén khí trực tiếp có HT dầu bôi trơn

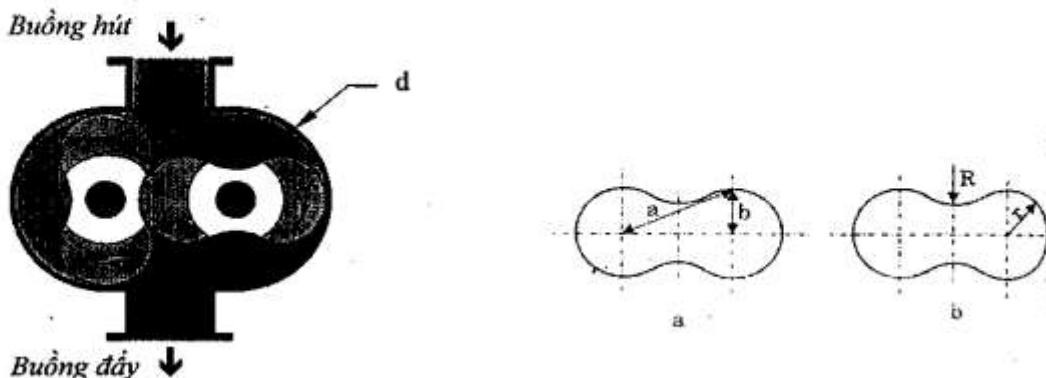
So với máy nén khí không có dầu bôi trơn máy nén khí có HT dầu bôi trơn có những ưu, nhược điểm:

- Nhiệt sinh ra trong quá trình nén sẽ được dầu bôi trơn hấp thụ.
- Khoảng cách trực ngắn vì chỉ cần truyền động cho trục chính, trong khí loại máy nén không dùng dầu bôi trơn, trục chính và trục phụ tách rời nhau, cho nên cần phải truyền động cả 2 trục.
- Tồn thắt cơ học của máy nén khí có dầu bôi trơn lớn hơn so với máy nén khí không có dầu bôi trơn
- Vì lý do vệ sinh, các loại máy nén khí có dầu bôi trơn thường ít được dùng trong công nghiệp thực phẩm.

#### 2.1.5. Máy nén khí kiểu cánh lồi

Máy nén khí kiểu cánh lồi gồm 2 hoặc 3 cánh quạt dạng hình số 8 (hình 2.10). Các pítông được quay đồng bộ nhờ bộ truyền động bên ngoài thân máy, trong quá trình quay các pítông này không tiếp xúc trực tiếp nhau. Như vậy khả năng hút của máy phụ thuộc vào khe hở giữa 2 pítông, khe hở giữa phần quay và thân máy.

Máy nén khí kiểu cánh lồi tạo áp suất không phải theo nguyên lý thay đổi thể tích mà có thể gọi là sự nén từ dòng phía sau. Điều đó có nghĩa là khi rôto quay được 1 vòng thì vẫn chưa tạo áp suất trong buồng đẩy, cho đến khi rôto quay tiếp đến vòng thứ 2 thì dòng lưu lượng đó đẩy vào dòng lưu lượng ban đầu và cuối cùng mới vào buồng đẩy.



Hình 2.10: Nguyên lý hoạt động của máy nén khí kiểu cánh lồi

Hiệu suất của máy nén khí với nguyên tắc này bị giới hạn. Tỉ số áp suất  $\pi$  thấp: một cấp  $\pi = p_2/p_1 \sim 1,8$ ; hai cấp:  $\pi = p_2/p_1 \sim 2,5$ . Số vòng quay rôto  $n = 400 - 7.000$  v/p. Tiết diện Pittông có dạng như hình 2.9a, trong đó:  $a.b = \text{hàng số}$ , hoặc theo hình 2.10b, trong đó có 2 bán kính đặc trưng:  $r$  và  $R$ .

Lưu lượng máy nén khí kiểu cánh lồi được tính theo công thức:

$$Q_v = 2 \eta \cdot q \cdot n ; [m^3/ph]$$

Trong đó:

- $\eta$  Hiệu suất ( $\eta = 0,5 - 0,95$ )
- $n$  số vòng quay [v/ph]
- $q$  Lưu lượng vòng lý thuyết [ $m^3/vòng$ ]  
q được tính theo công thức  
 $q = (0,25 \cdot \pi \cdot d^2 - A) b ; [m^3/vòng]$

Với:  $d$  [m],  $A$  [ $m^2$ ],  $b$  [m] xem hình 2.10

Nhược điểm chính của máy nén khí kiểu cánh lồi là làm việc ồn và áp suất làm việc thấp.

## 2.2. THIẾT BỊ XỬ LÝ KHÍ NÉN

### 2.2.1. Thành phần và yêu cầu cơ bản của không khí nén

a) **Thành phần:** Không khí trong khí quyển được hút vào và nén trong các máy nén khí, sau đó được đưa vào hệ thống khí nén, do vậy thành phần cơ bản của khí nén gồm:

- Các nguyên tố hóa học chính cấu thành:  $N_2$  (78%),  $O_2$  (20,9%),  $CO_2$ ...
- Các chất bẩn, bụi (từ không khí), cặn bã phát sinh từ dầu bôi trơn máy, các bộ truyền cơ khí hoặc trên đường ống...
- Một đại lượng thường được quan tâm đến là lượng hơi nước chứa trong không khí nén.

#### b) Yêu cầu cơ bản của không khí nén:

Hơi nước, bụi, chất bẩn... là những thành phần gây ra các hiện tượng ăn mòn hóa, lý làm ảnh hưởng đến tuổi thọ và độ chính xác các thiết bị trong hệ thống. Do vậy yêu cầu cơ bản của nguồn không khí nén là cần phải loại bỏ hoặc hạn chế đến mức thấp nhất những tạp chất bẩn, bụi, bẩn và nhất là hơi nước...

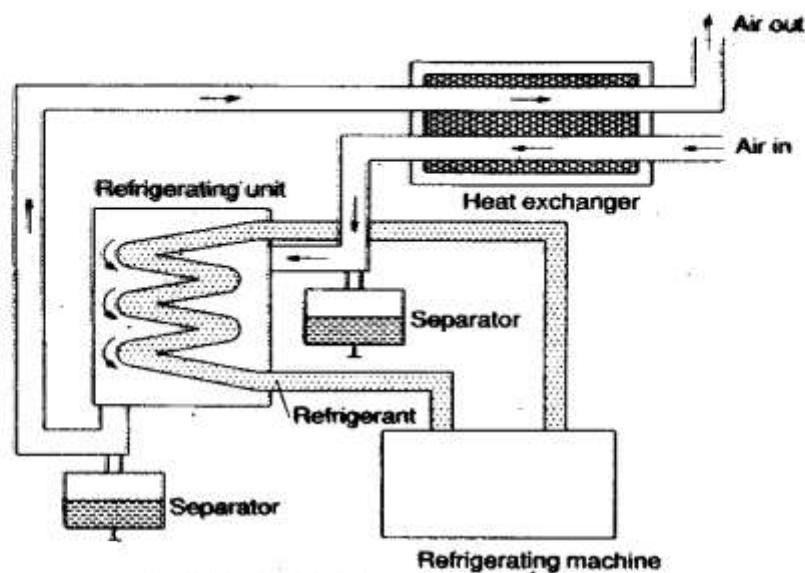
Để đánh giá chất lượng của khí nén, Hội đồng các Xí nghiệp Châu Âu PNEUROP đã chia chất lượng khí nén thành 5 loại, trong đó có tiêu chuẩn về độ lớn của chất bẩn, áp suất hóa sương, lượng dầu trong khí nén được xác định cho từng loại cụ thể. Hiện nay chưa có TCVN về chất lượng khí nén.

### 2.2.2. Các phương pháp xử lý khí nén

#### a) Sấy khô bằng môi chất lạnh:

Người ta thường dùng một môi chất lạnh để làm ngưng tụ và tách hơi nước khỏi không khí nén. Hình 2.11 thể hiện nguyên lý hoạt động của thiết bị sấy nhiệt độ thấp nhằm tách ẩm ra khỏi không khí nén. Sau khi sấy không khí nén khi có nhiệt độ khoảng  $10^{\circ}C - 30^{\circ}C$ .

Khí nén ẩm đi vào bộ trao đổi nhiệt (Heat exchanger) để hạ nhiệt sơ bộ, tại đây xảy ra quá trình trao đổi nhiệt giữa dòng khí nén khô, đi ra khỏi thiết bị với dòng khí nén ẩm đi vào thiết bị. Trước khi vào bộ làm lạnh (Refrigerating unit) một phần hơi nước trong không khí nén đã được tách ra qua bộ ngưng tụ (Separator). Ở bộ làm lạnh thứ hai không khí nén được trao đổi nhiệt với nguồn môi chất lạnh. Khi ra khỏi bộ làm lạnh, hơi nước bị ngưng tụ dưới đáy bộ ngưng tụ thứ hai. Khí nén tiếp tục qua bộ trao đổi nhiệt (Heat exchanger) rồi đưa đến thiết bị tiêu thụ.

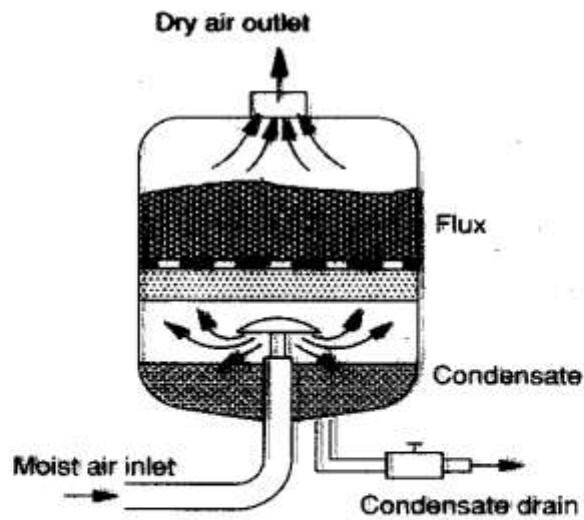


Hình 2.11: Thiết bị sấy bằng môi chất lạnh

**b) Sấy khô bằng hấp thụ (Absorption drying):**

Người ta dùng một chất sấy khô có tính chất hao nước để hấp thụ lượng hơi nước trong không khí ẩm. Chất hấp thụ thường dùng phổ biến hiện nay là Silicagel, có nhiệt độ điểm sương khoảng  $-50^{\circ}\text{C}$ . Sau một thời gian sử dụng người ta phải tái tạo lại chất hấp thụ bằng cách sấy nó lên nhiệt độ khoảng  $120^{\circ}\text{C}$  -  $180^{\circ}\text{C}$  để khử ẩm.

Hình 2.12 là sơ đồ nguyên lý một bộ sấy khô bằng chất hấp thụ.



Hình 2.12: Sấy khô bằng hấp thụ

### 2.2.3. Bộ lọc:

#### a) Thành phần của bộ lọc:

Các thiết bị xử lý không khí nén đều trên chủ yếu dùng trong qui mô công nghiệp hoặc khi có yêu cầu rất cao về không khí nén. Trong thực tế, ở một số lĩnh vực cần điều khiển đơn giản hoặc không yêu cầu khắt khe về chất lượng không khí nén (dùng cho các dụng cụ cầm tay, các thiết bị công tác truyền động bằng khí nén...) thì không nhất thiết phải sử dụng các thiết bị xử lý như đã nêu trên.

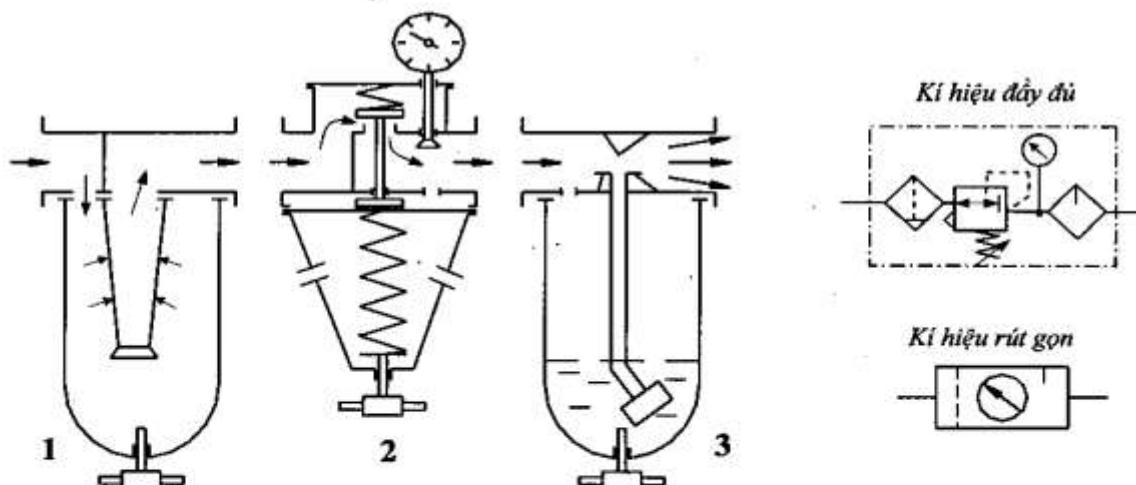
Trong trường hợp này, để bảo đảm tính linh động và hiệu quả trong sản xuất, người ta thường sử dụng cụm thiết bị có khả năng tách ẩm, ổn định áp suất đầu ra, thậm chí còn pha trộn dầu bôi trơn vào dòng không khí nén để bôi trơn cho hệ thống (hình 2.13). Cụm thiết bị này được gọi tắt là bộ lọc (*Air service unit*).



Hình 2.13: Hình dạng ngoài bộ lọc

Nguyên lý cấu tạo và hoạt động của bộ lọc được thể hiện trên hình 2.14. Theo đó bộ lọc gồm 3 phần tử chính:

- Phần tử lọc áp suất (1) (*Compressure air filter*)
- Van điều áp (2) (*Compressure air regulator and gause*)
- Van tra dầu (3) (*Compressure air lubricator*)



Hình 2.14: Nguyên lý hoạt động và ký hiệu của bộ lọc

**Khi lựa chọn bộ lọc cần chú ý 2 điểm:**

- Lưu lượng của bộ lọc ( $m^3/h$ ) phải phù hợp với công suất sử dụng của hệ thống. Thông số này sẽ do nhà sản xuất qui định.

- Áp làm việc của hệ thống không được vượt quá áp suất cho phép của bộ lọc.

**b) Chức năng, cấu tạo các phần tử của bộ lọc :**

**• Phần tử lọc áp suất (Compressure air filter):**

Nhiệm vụ chính của phần tử lọc là loại trừ khỏi không khí nén những tạp chất, bụi... và tách hơi nước (hình 2.14)

Người ta vận dụng 2 nguyên lý sau cho phần tử lọc:

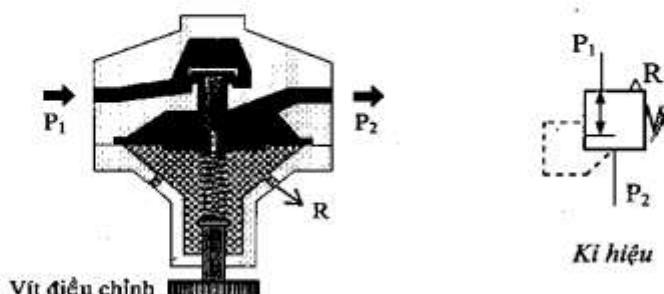
- Chuyển động xoáy của dòng áp suất để tăng bề mặt và hiệu quả lọc.

- Dùng phần tử lọc xốp bằng các vật liệu thích hợp: vải, giấy, kim loại, vật liệu tổng hợp.

Tùy theo yêu cầu chất lượng khí nén mà chọn các phần tử lọc khác nhau. Kích thước lỗ lọc của các phần tử lọc thường từ  $5\mu m - 70\mu m$ . Trong trường hợp yêu cầu chất lượng khí nén rất cao, vật liệu phần tử lọc được chọn là sợi thủy tinh.

**• Van điều áp (Compressure air regulator):**

Van điều áp có công dụng giữ cho áp suất *đã điều chỉnh ổn định* mặc dù có sự thay đổi tải trọng làm việc ở đường ra, hoặc dao động của áp suất đường vào van. Như vậy nó có 2 chức năng cơ bản là *giảm áp* và  *ổn áp*. Nguyên tắc hoạt động của van điều chỉnh áp suất thể hiện ở hình 2.15.



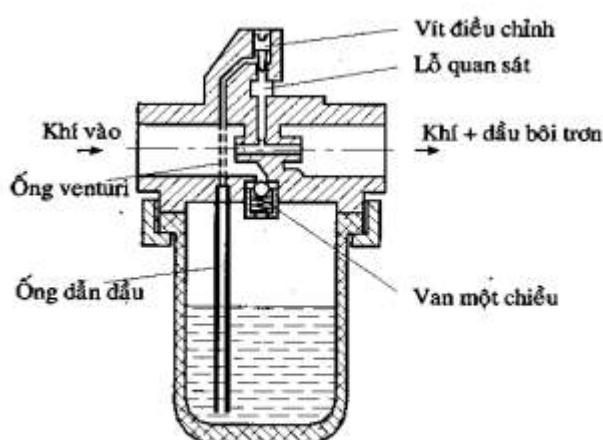
Hình 2.15: Van điều chỉnh áp suất

**• Van tra dầu (Compressure air lubricator):**

Chức năng chính của van tra dầu là phun dầu bôi trơn vào nguồn khí nén cung cấp cho hệ thống nhằm làm giảm lực ma sát, sự ăn mòn của các phần tử trong hệ thống (hình 2.16)

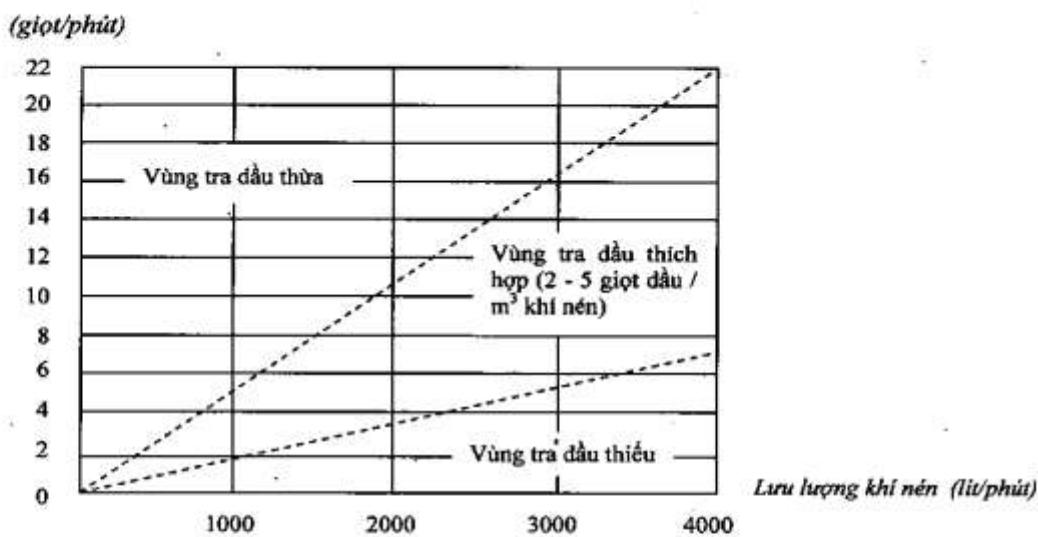
Việc tra dầu được thực hiện theo nguyên lý ống Venturi như đã nêu ở hình 2.16. Theo nguyên tắc này, điều kiện để dầu có thể qua ống Venturi là tồn thắt áp suất  $\Delta p$  qua khe hẹp phải lớn hơn áp suất cột dầu  $H$ .

$$\Delta p = \xi \frac{\rho}{2} w^2 \left( 1 - \frac{d^4}{D^4} \right) > \rho_{dầu} \cdot g \cdot H$$



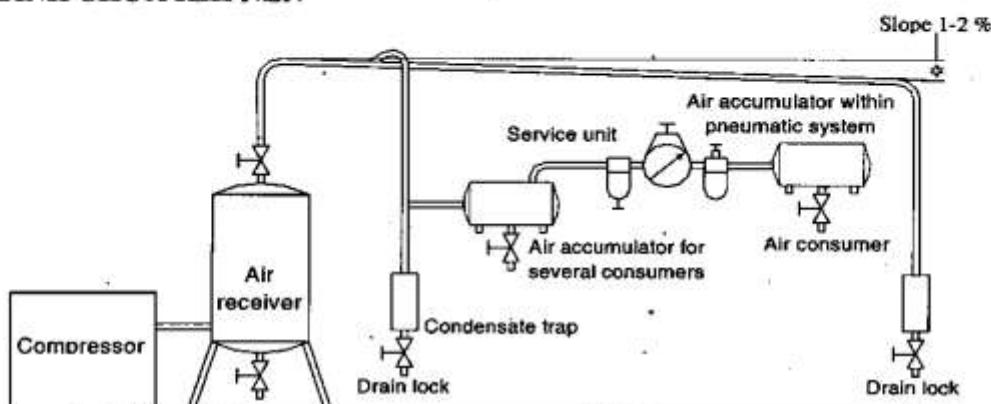
Hình 2.16: Van tra dầu

Phạm vi tra dầu phụ thuộc nhiều yếu tố như lưu lượng khí nén, tính chất quan trọng của hệ thống... Sơ đồ hình 2.17 chỉ ra vùng tra dầu thích hợp.



Hình 2.17: Vùng tra dầu thích hợp

### 2.3. BÌNH CHỨA KHÍ NÉN



Hình 2.18: Hệ thống thiết bị phân phối khí nén

#### 2.3.1 Chức năng

- Lưu trữ khí nén, hạn chế việc máy nén phải làm việc liên tục.
- Giảm xung động và làm ổn định áp suất nguồn không khí nén của hệ thống.
- Chuyển đổi nhiệt của không khí nén, tích tụ và xả các chất bẩn, nước ngưng, cặn... có trong không khí nén.

#### 2.3.2 Kích thước bình chứa:

Kích thước bình chứa phụ thuộc vào công suất của máy nén khí và công suất tiêu thụ của các thiết bị sử dụng. Mặt khác nó còn phụ thuộc vào đặc điểm các thiết bị sử dụng khi nén (là liên tục hay gián đoạn), và được xác định theo kinh nghiệm:

$$V = \frac{15 \cdot Q \cdot P}{\Delta P \cdot C}$$

Trong đó:

- V thể tích bình chứa [ $m^3$ ]
- Q lưu lượng sử dụng [ $m^3/ph$ ]
- P áp suất nén của máy nén [kPaA]
- $\Delta P$  độ chênh lệch áp suất (cut-in/cut-out), [kPaA]
- C số lần khởi động trong 1 giờ.

### 2.3.3 Công thức kiểm tra chiều dày thành bình chứa:

#### 2.3.4 Các loại bình chứa:

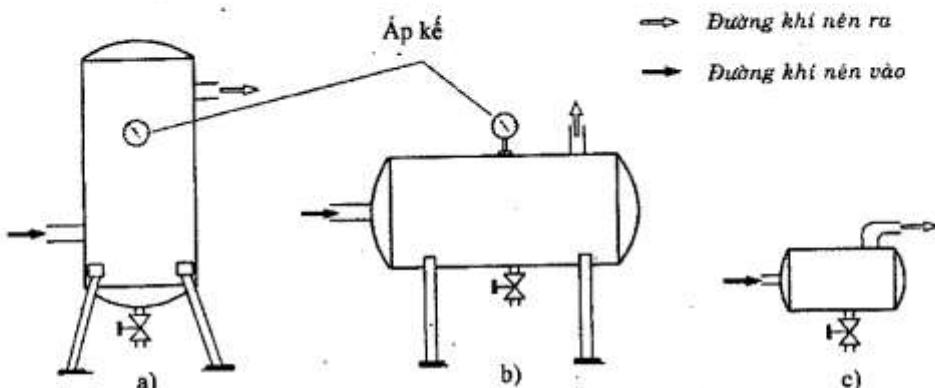
Tùy theo hình dáng, vị trí lắp đặt ta có 3 loại bình chứa khí nén khác nhau:

- Loại bình chứa thẳng đứng (hình 2.19a)
- Loại bình chứa nằm ngang (hình 2.19b)
- Loại bình chứa nhỏ gắn trực tiếp vào ống dẫn khí (hình 2.19c)

Các chú ý khi lắp đặt bình chứa khí nén :

- Đường ống khí nén ra nằm ở vị trí cao của bình chứa.
- Lắp đặt tại những vị trí thông thoáng, thuận lợi cho việc thao tác, kiểm tra và vệ sinh
- Luôn có van an toàn bảo vệ quá áp, áp kế hiển thị áp suất và van xả đáy.

Trước khi đưa vào sử dụng, các thiết bị chịu áp nói chung và bình chứa khí nén nói riêng đều phải được cơ quan có chức năng kiểm định và cấp phép sử dụng, nhất là các thiết bị cũ.



Hình 2.19: Các loại bình chứa khí nén

### 2.4. MẠNG ĐƯỜNG ỐNG DẪN KHÍ NÉN

Mạng đường ống dẫn khí nén có thể phân chia làm 2 loại:

- Mạng đường ống lắp ráp cố định (đường ống chính trong các nhà máy).
- Mạng đường ống lắp ráp di động (mạng đường ống đến các thiết bị)

#### 2.4.1. Mạng đường ống lắp ráp cố định:

Thông số cơ bản cho mạng đường ống lắp ráp cố định gồm: lưu lượng khí nén, độ giảm áp suất, áp suất tổng thể của hệ thống, chiều dài ống dẫn và các phụ tùng nối ống. Ở mạng đường ống này thường sử dụng vật liệu ống dẫn là kim loại.

- **Lưu lượng:** Lưu lượng vận chuyển của hệ thống được xác định trên cơ sở mức tiêu thụ khí nén của các thiết bị và chu kỳ làm việc của chúng.

**- Độ giảm áp suất:** Là điều không tránh khỏi trong các hệ thống. Nó phụ thuộc vào vận tốc dòng khí, chất lượng ống dẫn, cấu trúc tiết diện trong các phụ kiện nối ống (các góc, chỗ uốn cong...). Vận tốc càng cao thì tổn thất áp suất càng lớn, vì vậy thường được khống chế  $v \leq 10\text{m/s}$ .

**- Chiều dài đường ống:** Chiều dài thực của đường ống: khoảng cách thực tế đo được từ máy nén khí đến cuối đường ống đối với hệ thống 1 đường, và là một nửa của tổng chiều dài của vòng đo được đối với hệ thống vòng tròn.

**- Đường kính ống:** có thể xác định bằng tính toán nhưng thông thường người ta hay dùng các dạng toán đồ (hình 2.20) kết hợp các bảng tra để xác định vận tốc dòng khí  $v$  như hình 2.21, hình 2.22. Trong đó, các thông số yêu cầu như áp suất  $p$ , lưu lượng  $q_v$ , tổn thất áp suất  $\Delta p$  và các thông số sẽ chọn là chiều dài ống dẫn  $L$ , đường kính trong của ống dẫn phụ thuộc lẫn nhau.

**Ví dụ:** Xác định đường kính trong của một ống phân phối chính để tải khí nén có áp suất  $p = 8\text{bar}$ , tổng chiều dài ống dẫn  $L = 200\text{m}$ , lưu lượng  $q_v = 170 \text{ lít/phút}$ , tổn thất áp suất cho phép  $\Delta p = 0,1\text{bar}$ . Hệ thống phân phối gồm: 6 chỗ uốn có bán kính cong bằng 2 lần đường kính ống; 2 khuỷu ống, 4 chỗ nối hình T ( $90^\circ$ ) và 2 van trượt.

Ta lần lượt thực hiện các bước:

**Chọn sơ bộ:**

Từ các dữ liệu trên, đối chiếu với tóan đồ ở hình 2.20 ta tìm được đường kính trong của ống dẫn sơ bộ là  $\phi 70\text{mm}$

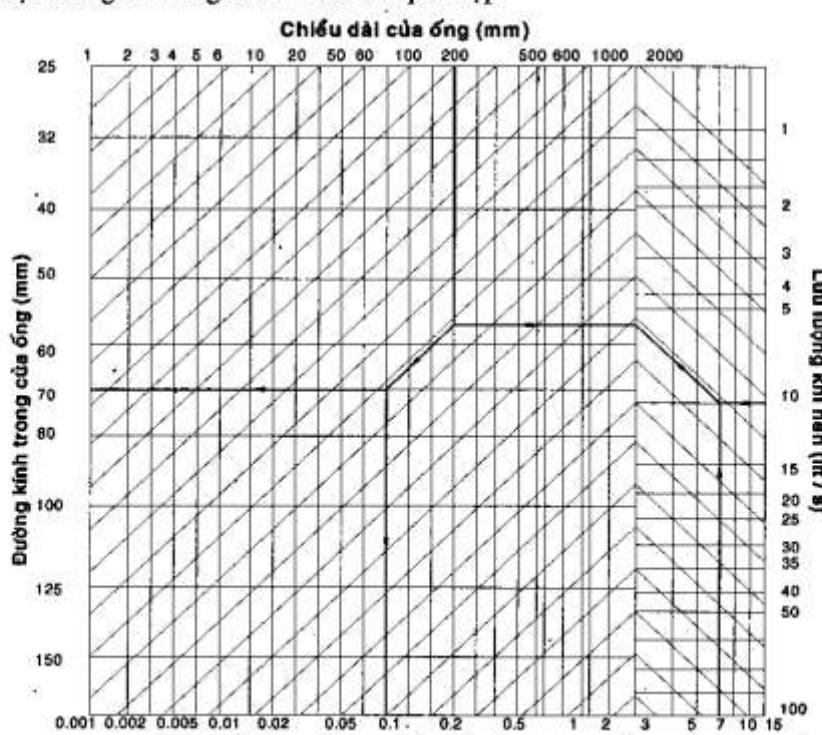
**Chọn theo tổng chiều dài đường ống tương đương (Tra bảng)**

6 chỗ uốn cong ( $R=2d$ )	$6 \times 0.5\text{m}$	=	3m
2 khuỷu ống	$2 \times 5\text{m}$	=	10m
4 chỗ nối T	$4 \times 7\text{m}$	=	28m
2 van trượt	$2 \times 1\text{m}$	=	2m

Vậy tổng chiều dài đường ống tương đương: 43m

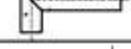
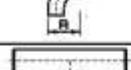
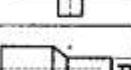
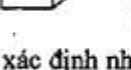
Tra bảng (hình 2.20) để chọn lại với chiều dài tính toán của đường ống là 243m

Sau đó chọn lại đường kính ống dẫn khí nén cho phù hợp

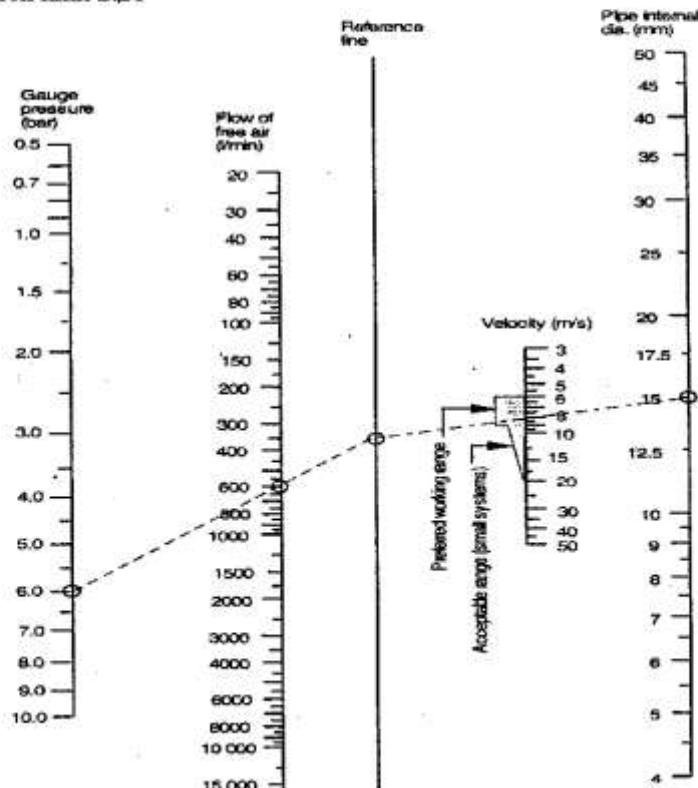


Hình 2.20: Biểu đồ sự phụ thuộc các thông số đường ống

Bảng giá trị hệ số cản qui đổi theo chiều dài ống dẫn tương đương

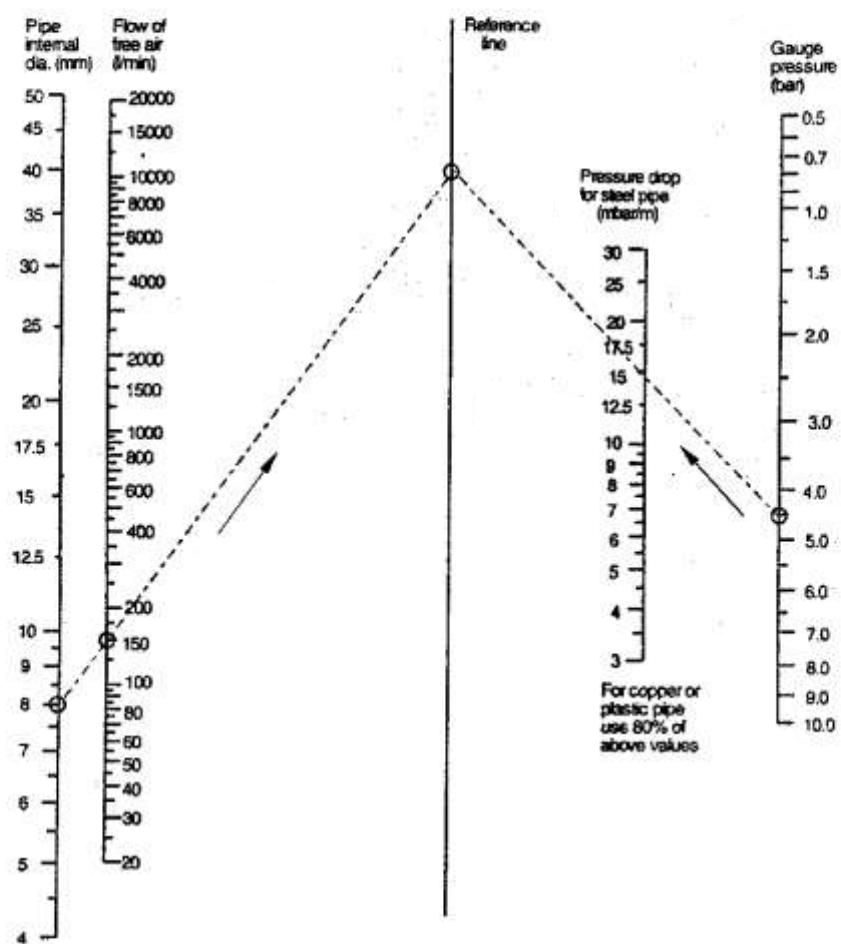
Phụ kiện nối		Chiều dài ống dẫn tương đương (m)						
		Đường kính trong của ống dẫn (mm)						
		25	40	50	80	100	125	150
Van khóa		6	10	15	25	30	50	60
Van mở một phần		3	5	7	10	15	20	25
Nối vuông góc		1,5	2,5	3,5	5	7	10	15
Độ cong R = d		0,3	0,5	0,6	1	1,5	2	2,5
Độ cong R = 2d		0,15	0,25	0,3	0,5	0,8	1	1,5
Ống nối T		2	3	4	7	10	15	20
Nối ống thu nhỏ		0,5	0,7	1	2	2,5	3,5	4

Ngoài ra người ta có thể xác định nhanh vận tốc dòng khí nén trong ống bằng phương pháp toán đồ thể hiện trên hình 2.21



Hình 2.21: Toán đồ xác định vận tốc dòng khí trong ống

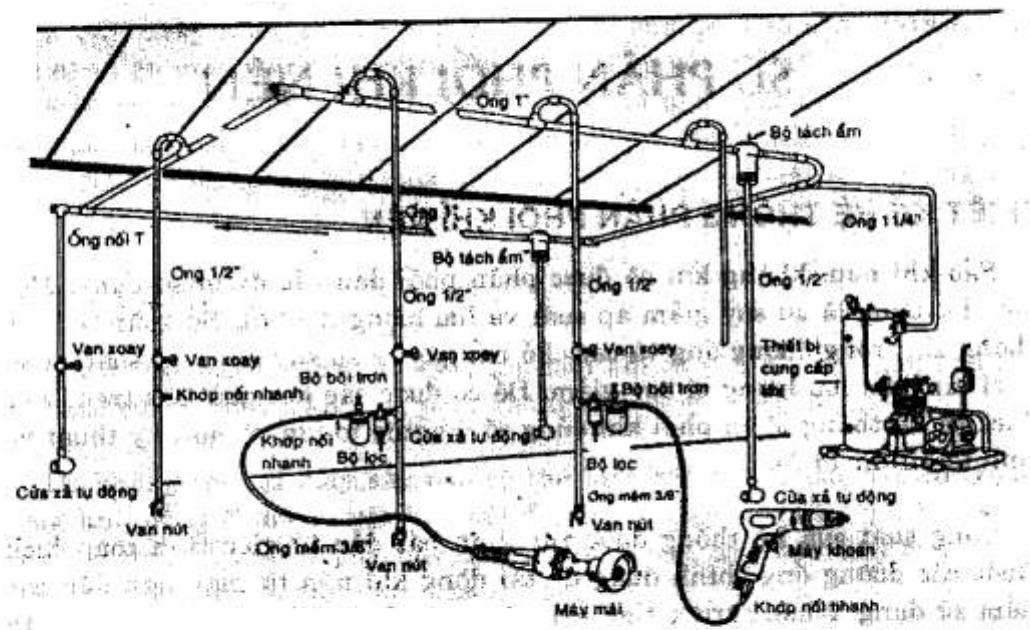
Hình 2.22 người ta dùng phương pháp toán đồ để xác định tổn thất áp suất trong ống (*Pressure drop*)

Hình 2.22: Toán đồ xác định sự giảm áp suất trong ống (*Pressure drop*)

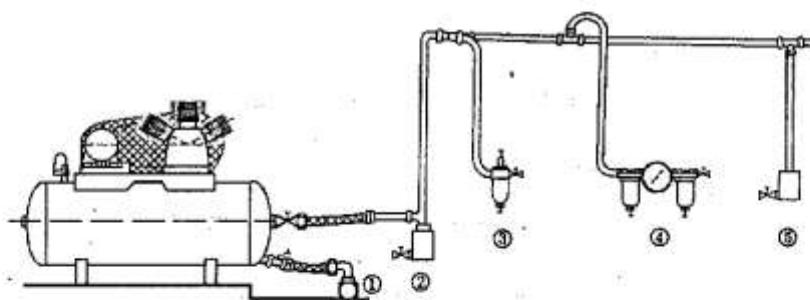
- **Cách lắp ráp mạng đường ống:**

- Đường ống dẫn khí nén thường được lắp nghiêng một góc  $1^{\circ}$  đến  $2^{\circ}$  so với mặt phẳng nằm ngang (hình 2.18) và kèm theo bình ngưng tụ để nước ngưng trong ống dẫn thu hồi về đó.

- Mạng đường ống lắp ráp cố định trong các nhà máy thường được lắp theo kiểu dẫn vòng tròn (hình 2.23) hoặc theo kiểu trực tiếp từ máy nén khí (hình 2.24).



Hình 2.23: Hệ thống mạng đường ống lắp ráp theo kiểu vòng tròn một phần



Hình 2.24: Hệ thống mạng đường ống lắp ráp trực tiếp từ máy nén

#### 2.4.2. Mạng đường ống lắp ráp di động:

Mạng đường ống lắp ráp di động đa dạng hơn mạng đường ống lắp ráp cố định. Ở mạng đường ống lắp ráp cố định, ngoài những đường ống bằng kim loại có thành ống mỏng như ống dẫn

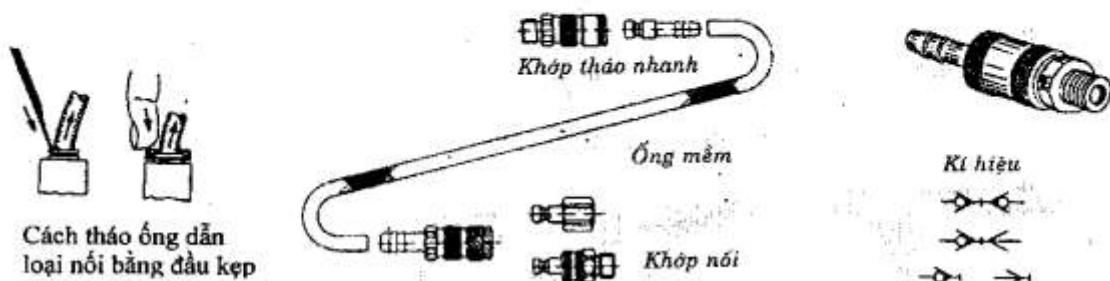
bằng đồng, người ta còn sử dụng các ống dẫn khác bằng nhựa, các ống dẫn bằng cao su, các ống mềm bằng vật liệu tổng hợp...

Tùy theo áp suất sử dụng mà ta chọn những loại ống dẫn có những tiêu chuẩn kỹ thuật khác nhau, chẳng hạn ống dẫn bằng vật liệu tổng hợp PU có cùng đường kính nhưng chịu được áp suất nhỏ hơn so với ống dẫn bằng vật liệu tổng hợp loại PP.

Ngoài các mối ghép bằng ren, mạng đường ống lắp ráp di động còn sử dụng các mối nối cắm với đầu kẹp, hay còn gọi là các mối nối tháo nhanh để thuận tiện cho việc thao tác (hình 2.25)

Một điểm cần lưu ý là sau một thời gian sử dụng, các vật liệu ống dẫn này sẽ bị lão hóa, nếu tiếp tục sử dụng sẽ ảnh hưởng đến độ an toàn khí quá áp. Do vậy cần thay thế ống mới sau một thời gian sử dụng nhất định.

Với mạng đường ống lắp ráp di động, nhất là trong các dây chuyền tự động, để thuận tiện cho quá trình tháo lắp, người ta thường dùng dây dẫn mềm với các loại khớp tháo lắp nhanh như ở hình 3.8



Hình 2.25: Ống nối mềm với khớp tháo, lắp nhanh và ký hiệu

### **Chương 3 : CÁC PHẦN TỬ TRONG HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN KHÍ NÉN**

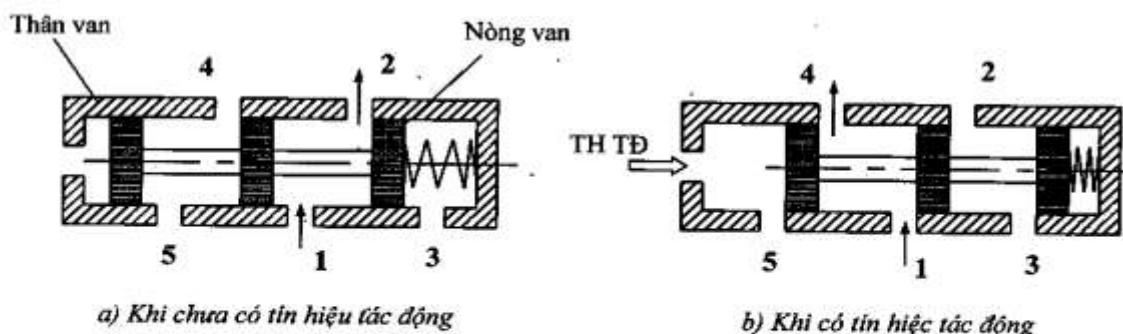
#### **3.1. VAN ĐÀO CHIỀU (Directional control valves)**

**Chức năng:** Van đào chiều có nhiệm vụ điều khiển dòng lượng khí nén thông qua việc đóng, mở hay chuyển hướng dòng khí nén cấp cho các thiết bị công tác trong hệ thống truyền động khí nén.

##### **3.1.1. Nguyên lý hoạt động**

Nguyên lý hoạt động của một van đào chiều thể hiện ở hình 3.1

Khi chưa có tín hiệu tác động (THTĐ) thì nguồn khí nén (1) nối với cửa công tác (2) và cửa (4) nối với cửa xả (5), cửa xả (3) bị chặn. Khi có THTĐ vào, van thay đổi trạng thái - nòng van dịch chuyển về phía bên phải kết quả nguồn (1) nối với cửa công tác (4), cửa (2) nối với cửa xả (3), cửa xả (5) bị chặn. Khi THTĐ mất đi, lò xo sẽ đẩy nòng van trở về vị trí ban đầu.



*Hình 3.1: Nguyên lý làm việc của van đào chiều 5/2*

#### **3.1.2. Ký hiệu và tên gọi van đào chiều**

- Ký hiệu vị trí van:**

Vị trí của van ký hiệu bằng các ô vuông, bên trong các ô này là các đường thẳng có hình mũi tên biểu diễn hướng chuyển động của dòng khí nén qua van, dòng khí bị chặn được biểu diễn bằng dấu gạch ngang (T).

Chuyển đổi vị trí của nòng van (hay còn gọi là trạng thái của van) được biểu diễn bằng các chữ cái thường a, b, c hoặc các chữ số 0, 1, 2. Vị trí “không” được ký hiệu là vị trí mà khi van chưa có tác động của tín hiệu ngoài vào. Đối với van có 3 vị trí, thì vị trí ở giữa ký hiệu “0” là vị trí “không”. Đối với van có 2 vị trí thì vị trí “không” có thể là “a” hoặc là “b”. Thông thường vị trí vị trí bên phải “b” là vị trí “không”.

- Ký hiệu cửa nối van:**

Cửa nối van được ký hiệu như sau:

theo ISO 5599

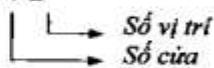
theo ISO 1219

- Cửa nối với nguồn khí nén	1	P
- Cửa công tác	2, 4	B, A
- Cửa xả khí	5, 3	R, S
- Cửa nối tín hiệu điều khiển	12, 14	v, z

- **Ký hiệu tên gọi van**

Tên gọi van đảo chiều kem theo một cặp số dạng một phân số. Ví dụ ta nói van đảo chiều 3/2, 4/2 ... Trong cách gọi này, tử số chỉ số cửa nói của van, mẫu số chỉ số vị trí (trạng thái) của van.

Ví dụ: Van đảo chiều 5 / 2



### 3.1.3. Tín hiệu tác động

Tùy vào các dạng tín hiệu tác động, người ta phân ra nhiều phương pháp tác động (*Methods of actuation*) để điều khiển van đảo chiều, các phương pháp này được chia ra:

#### Tác động cơ (Mechanical):

Ký hiệu nút ấn chung



Tác động bằng lò xo



Nút bấm



Con lăn t/d 1 chiều



Tay gạt



Cữ chặn con lăn t/d 2 chiều



Bàn đạp



Nút nhấn có rãnh định vị



#### Tác động bằng khí nén (Pneumatic)

Trục tiếp bằng dòng khí nén vào

Trục tiếp

Trục tiếp bằng dòng khí nén ra

Bằng NCĐ và van phụ trợ



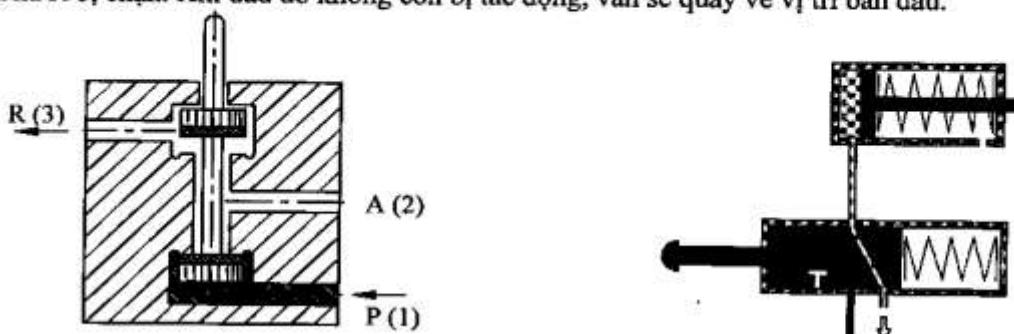
### 3.1.4. Van đảo chiều có vị trí “không”

Van đảo chiều có vị trí “không” là loại van luôn chịu tác động theo một chiều bởi lực đẩy của lò xo lên nòng van, chiều tác động ngược lại là các dạng tín hiệu: cơ, khí nén hay bằng điện. Lò xo qui ước đặt bên phải của ký hiệu van.

*Sau đây là một số van đảo chiều có vị trí “không” thường gặp trong thực tế:*

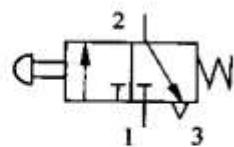
#### a) Van đảo chiều 3/2 thường đóng:

Nguyên lý cấu tạo và kí hiệu van như hình 3.3. Tại vị trí 0 cửa P bị chặn, cửa A nối với cửa R. Khi bị tác động van sẽ đảo trạng thái từ vị trí 0 sang vị trí 1, lúc này cửa P nối với cửa A, cửa xả R bị chặn. Khi đầu dò không còn bị tác động, van sẽ quay về vị trí ban đầu.

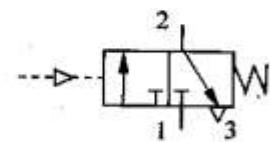


Hình 3.3: Nguyên lý cấu tạo và ứng dụng van 3/2

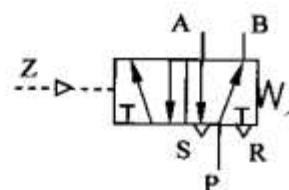
b) Van đảo chiều 3/2 tác động bằng tay – nút ấn:



c) Van đảo chiều 3/2 tác động trực tiếp bằng khí nén:



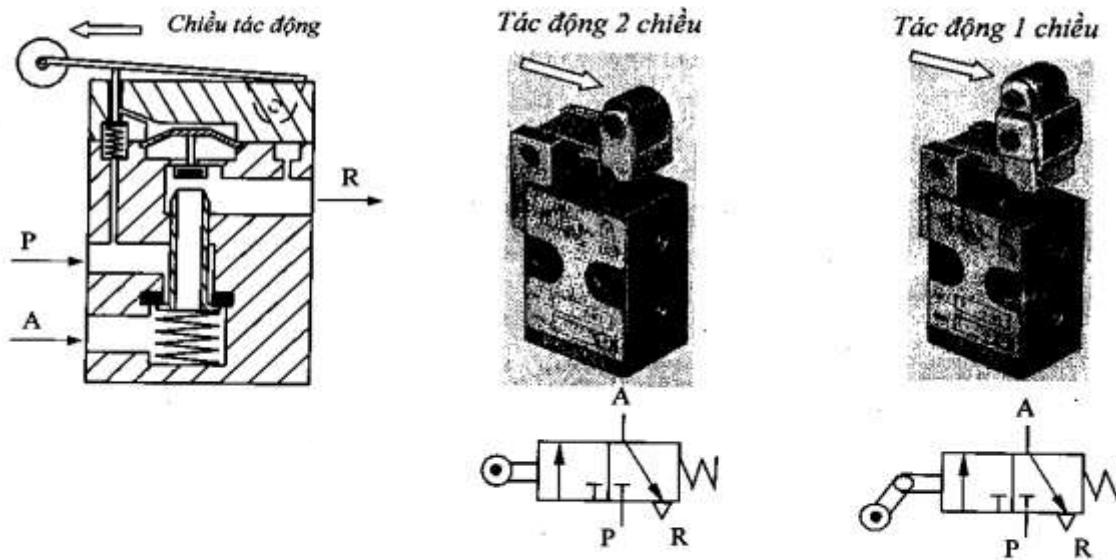
d) Van đảo chiều 5/2 tác động một phía bằng khí nén:



e) Van hành trình khí nén (công tắc hành trình):

Công tắc hành trình có nhiệm vụ phát tín hiệu điều khiển (khí nén hoặc điện) về bộ phận xử lý khi nó bị tác động vào. Nó thường được lắp tại các vị trí cần giới hạn hành trình (của piston, băng tải...)

Trong thực tế ta thường gặp 3 dạng công tắc hành trình: công tắc hành trình khí nén, công tắc hành trình điện - cơ và công tắc hành trình từ tính. Hình 3.4 thể hiện nguyên lý cấu tạo, hình dáng ngoài và ký hiệu công tắc hành trình khí nén dạng con lăn.



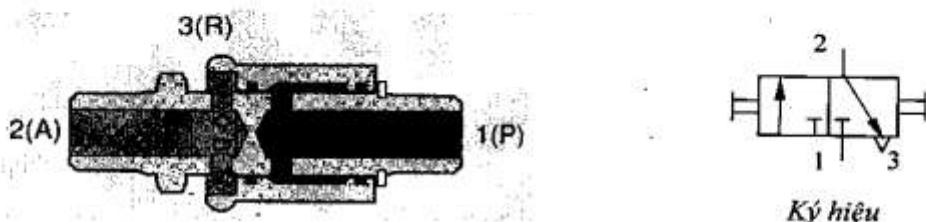
Hình dạng ngoài và ký hiệu công tắc hành trình

Hình 3.4: Công tắc hành trình khí nén (3/2 way roller lever valve)

### 3.1.5. Van đảo chiều không có vị trí “không”

Sau khi tín hiệu lần cuối tác động lên van không còn nữa, van vẫn giữ vị trí đó cho đến khi có tín hiệu tác động lên phía đối diện.

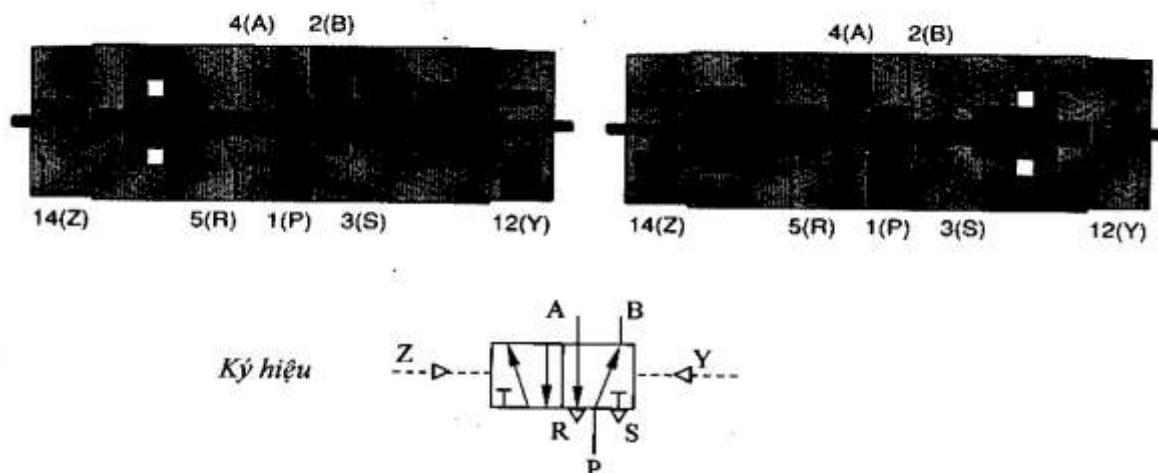
#### a) Van đảo chiều 3/2 tác động bằng tay: (hình 3.5)



Hình 3.5: Nguyên lý cấu tạo và kí hiệu van 3/2 không có vị trí “không”

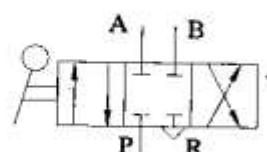
#### b) Van đảo chiều 5/2 tác động bằng khí nén từ 2 phía

Khi có tín hiệu tác động Y (khí nén), nòng van dịch chuyển sang trái (hình 3.6), làm cửa P nối với B, cửa A nối với R và cửa S bị chặn. Khi có tín hiệu tác động Z, cửa P nối với A, cửa B nối với S, cửa R bị chặn. Van 5/2 được sử dụng rất rộng rãi trong thực tế.

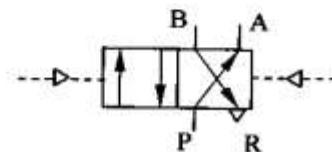


Hình 3.6: Nguyên lý cấu tạo và kí hiệu van 5/2 tác động bằng khí nén từ 2 phía

#### c) Van đảo chiều 4/3 tác động bằng tay:



#### d) Van đảo chiều 4/2 tác động từ 2 phía bằng khí nén:

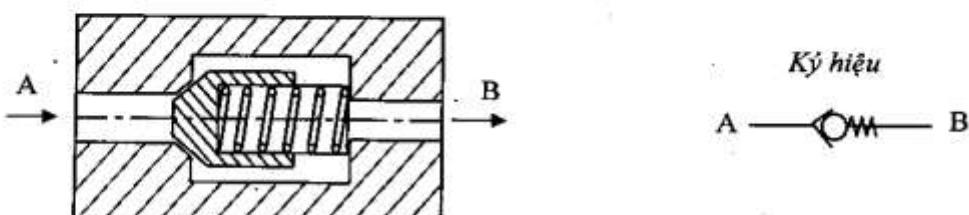


### 3.2. VAN CHẨN

#### 3.2.1. Van một chiều (Check valve)

Van một chiều có tác dụng chỉ cho lưu lượng dòng khí nén đi qua một chiều, chiều ngược lại bị chặn. Sứ che kín ở một phía có thể thực hiện nhờ một mặt côn, một viên bi ...

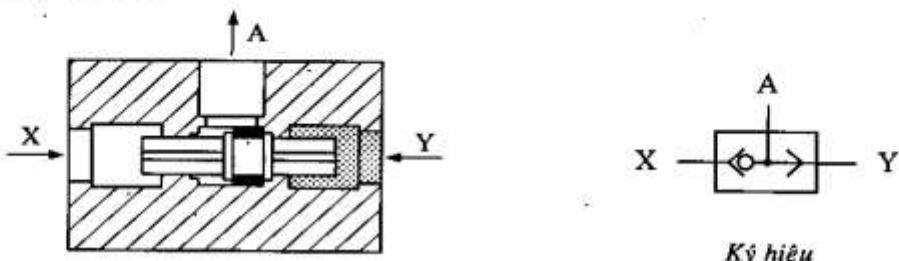
Nguyên lý làm việc của van 1 chiều thể hiện ở hình 3.7. Theo sơ đồ, dòng khí nén sẽ đi theo chiều từ A sang B, chiều ngược lại bị chặn.



Hình 3.7: Nguyên lý cấu tạo và kí hiệu van một chiều

#### 3.2.2. Van logic OR (Shuttle valve; OR function)

Nguyên lý hoạt động và kí hiệu van logic OR thể hiện ở hình 3.8. Khi có dòng khí nén qua cửa X sẽ đẩy nòng van sang vị trí bên phải, chắn cửa Y và cửa X thông với cửa A. Hoặc khi có dòng khí nén qua cửa Y, sẽ đẩy nòng van sang vị trí bên trái, chắn cửa X và và cửa Y thông với cửa A. Như vậy van logic OR có chức năng nhận tín hiệu điều khiển ở những vị trí khác nhau trong hệ thống điều khiển.

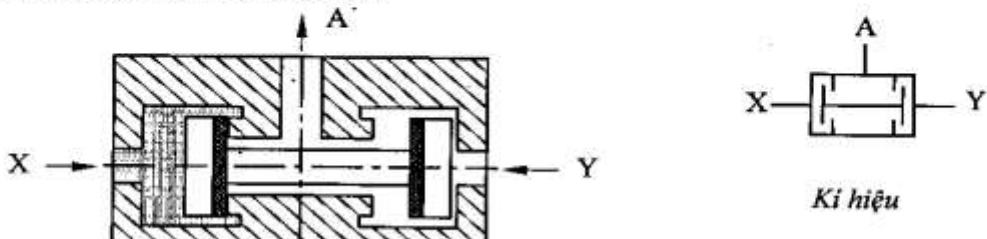


Hình 3.8: Nguyên lý cấu tạo và kí hiệu van logic OR

#### 3.2.3. Van logic AND (Two pressure valve; AND function)

Khi có dòng khí nén qua cửa X sẽ đẩy nòng van sang phải (hình 3.9), cửa X bị chặn. Tương tự, nếu có dòng khí nén qua cửa Y sẽ đẩy nòng van sang trái, cửa Y bị chặn. Nếu dòng khí nén đồng thời đi qua 2 cửa X và Y, cửa A sẽ nhận được tín hiệu.

Như vậy van logic AND sẽ có chức năng nhận tín hiệu điều khiển cùng một lúc ở những vị trí khác nhau trong hệ thống điều khiển.

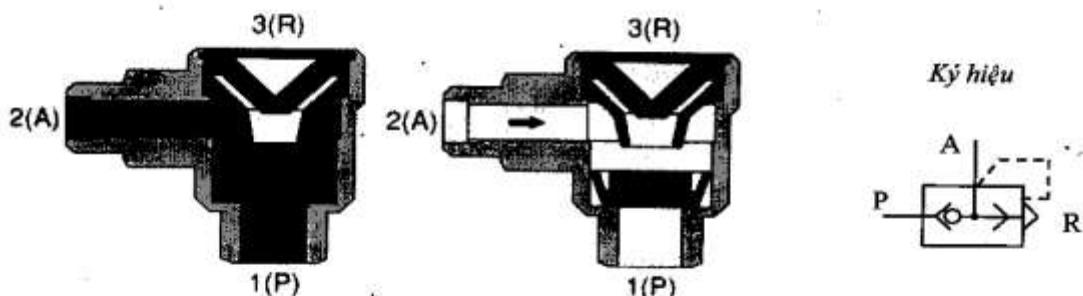


Hình 3.9: Nguyên lý cấu tạo và kí hiệu van logic AND

### 3.2.4. Van xả nhanh (Quick exhaust valve)

Van xả nhanh là thiết bị hỗ trợ để tăng thêm tốc độ dịch chuyển của piston trong các xilanh truyền động. Như vậy, người ta tiết kiệm được thời gian ở hành trình ngược (chạy không) nhất là đối với những xi lanh tác động đơn.

Van gồm 3 cửa: cửa nối với nguồn khí nén P, cửa thoát R, cửa công tác A (hình 3.10). Khi dòng khí nén vào cửa P sẽ đẩy nòng van sang phải làm chặn cửa R, và cửa P nối với cửa A. Trường hợp ngược lại, khi dòng khí nén đi từ cửa A sẽ đẩy nòng van sang trái, cửa P bị chặn và cửa A thông với cửa xả R. Lúc này đường ra cửa khí có thể thoát một cách trực tiếp ra ngoài môi trường.



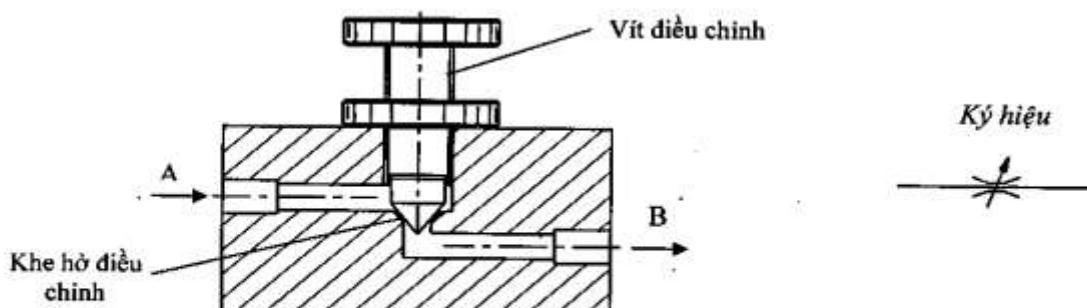
Hình 3.10: Nguyên lý cấu tạo và kí hiệu van xả nhanh

## 3.3. VAN TIẾT LUU (Flow control valves)

Van tiết lưu có nhiệm vụ chính là điều chỉnh lưu lượng dòng khí nén cấp cho cơ cầu chìp hành, qua đó nhằm điều chỉnh vận tốc dịch chuyển của cơ cầu này.

### 3.3.1. Van tiết lưu có tiết diện thay đổi (Throttle valve):

Nguyên lý làm việc của van tiết lưu này dựa vào sự thay đổi tiết diện của van (hình 3.11), dẫn đến làm thay đổi lưu lượng dòng khí qua van. Van này có khả năng tiết lưu cả 2 chiều, dòng khí nén đi từ A qua B và ngược lại nên còn được gọi là van tiết lưu chiều. Để thay đổi khe hở tiết lưu của van, người ta dùng một vít điều chỉnh.

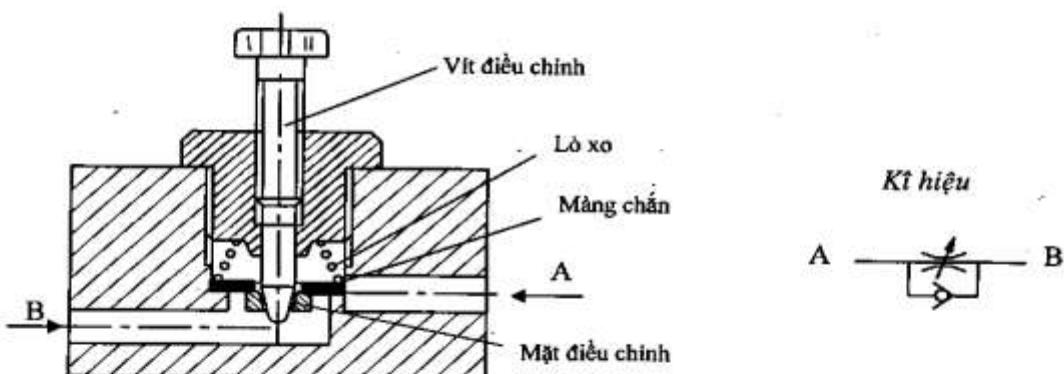


Hình 3.11: Nguyên lý cấu tạo và kí hiệu van tiết lưu có tiết diện thay đổi

### 3.3.2. Van tiết lưu một chiều (One-way flow control valve):

Nguyên lý làm việc của van tiết lưu một chiều thể hiện trên sơ đồ hình 3.12. Tiết diện chảy được thay đổi bằng vít điều chỉnh. Khi dòng khí nén đi theo chiều từ A qua B, lò xo đẩy màng chấn xuống và dòng khí nén chảy qua tiết diện điều chỉnh. Chiều từ A sang B sẽ bị tiết lưu.

Khi dòng khí nén đi từ B sang A, áp suất khí nén thắng lực lò xo, đẩy màng chắn lên và dòng khí này sẽ qua khoảng hở giữa màng chắn và mặt tựa màng chắn, lưu lượng không được điều chỉnh. Chiều từ B sang A sẽ không bị tiết lưu.



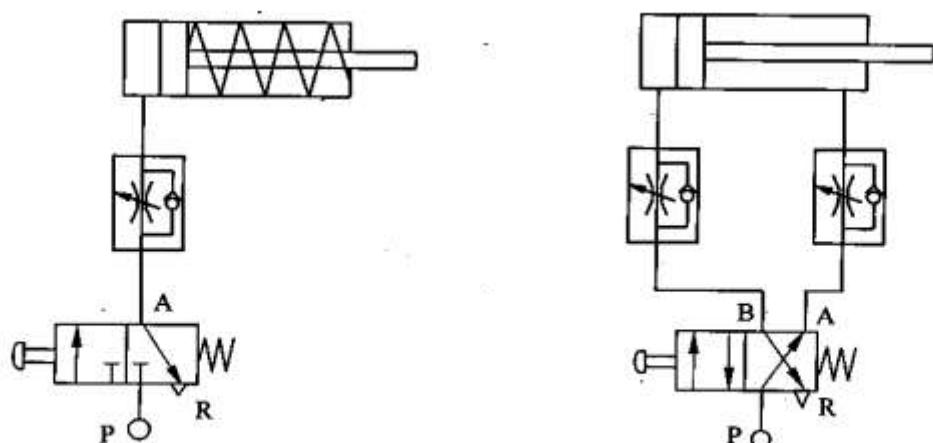
Hình 3.12: Nguyên lý cấu tạo và kí hiệu van tiết lưu một chiều

### 3.3.3. Các phương pháp tiết lưu:

Người ta thường dùng 2 phương pháp tiết lưu: tiết lưu đường cấp và tiết lưu đường xả.

a) *Tiết lưu đường cấp* (Supply air throttling):

Trong trường hợp tiết lưu đường cung cấp, van tiết lưu một chiều được lắp ở đường vào và hạn chế lượng khí cung cấp cho xilanh, trong khi đó khí có thể thoát ra từ xilanh cách tự do nhờ van một chiều (hình 3.13).

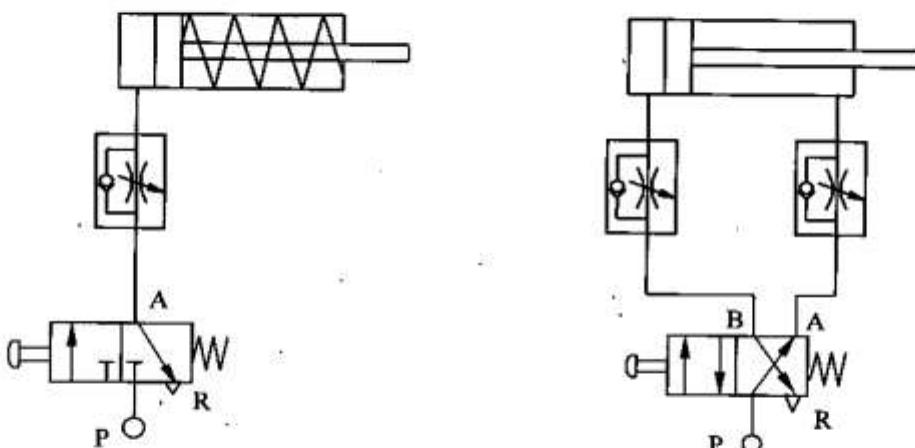


Hình 3.13 : Sơ đồ mạch tiết lưu đường cấp

**b) Tiết lưu đường xả (Exhaust air throttling) :**

Ngược lại, trong trường hợp tiết lưu đường ra, khí nén chỉ bị tiết lưu ở đường ra, còn ở đường đường vào thì không bị tiết lưu.

Thông thường trong các hệ thống khí nén, để điều chỉnh tốc độ cơ cấu chấp hành người ta thường sử dụng phương pháp tiết lưu đường ra. Hình 3.14 là sơ đồ mạch tiết lưu đường xả đơn giản.



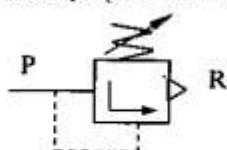
Hình 3.14 : Sơ đồ mạch tiết lưu đường xả

### 3.4. VAN ÁP SUẤT (Pressure valves)

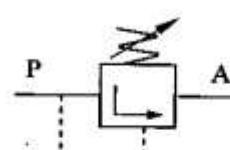
Van áp suất là phần tử điều khiển áp suất (Pressure control valves) trong các hệ thống khí nén, nó chủ yếu bị chi phối hoặc được điều khiển bởi tín hiệu áp suất. Van áp suất được chia thành 3 loại chính như sau:

#### 3.4.1. Van giới hạn áp suất (Pressure limiting valve)

Van giới hạn áp suất được sử dụng như một van an toàn (Safety valves) hoặc van tràn (Pressure relief valves). Khi áp suất đầu vào ở cửa P đạt giá trị cực đại, thắng được lực cản của lò xo (đã điều chỉnh trước) thì cửa xả R sẽ mở để xả khí ra môi trường (đối với van an toàn), hoặc cửa ra A sẽ mở cho tín hiệu (đối với van tràn).



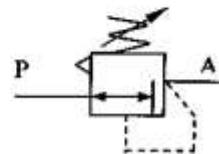
Ký hiệu van an toàn



Ký hiệu van tràn

#### 3.4.2. Van ống áp (Pressure regulating valve):

Loại van này thường được gắn kèm theo bộ lọc với mục đích để duy trì áp suất đầu ra cửa A của van luôn có một giá trị ổn định kể cả khi áp suất đầu vào cửa P có sự thay đổi. Áp suất đầu vào phải luôn lớn hơn áp suất mong muốn ở đầu ra của van.

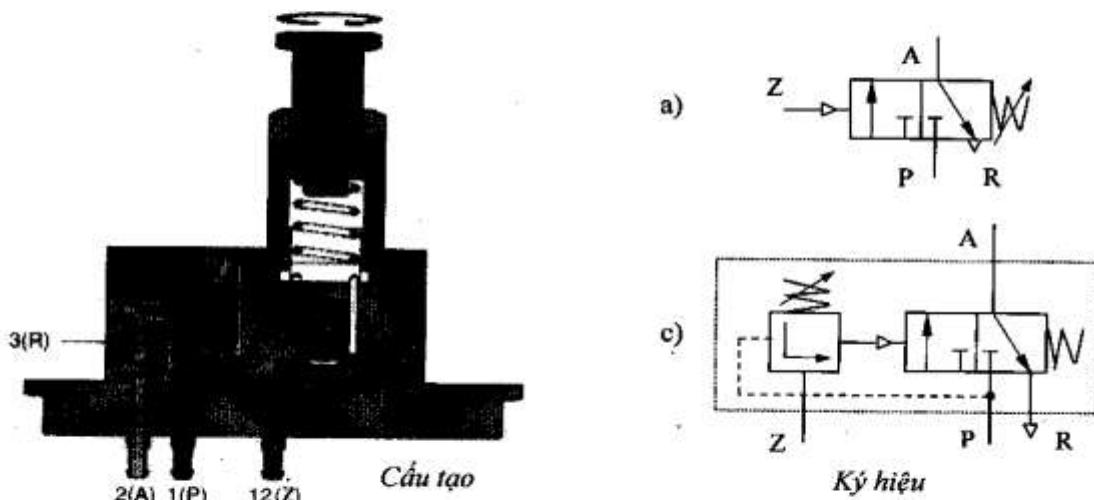


### 3.4.3. Van trình tự áp suất (Adjustable pressure sequence vale):

Nguyên tắc dùng tín hiệu áp suất (cửa Z) tác động vào điều khiển van đảo chiều (hình 3.15). Khi áp suất cửa Z tăng được lực căng lò xo đã điều chỉnh trước, tức áp suất này đạt giá trị nhất định nó sẽ tác động vào van đảo chiều để nối nguồn P với cửa ra A.

Theo phương pháp tác động người ta chia van trình tự áp suất làm 2 loại:

- Loại tác động trực tiếp (kí hiệu như hình 3.15a)
- Loại tác động gián tiếp qua van tràn (hình 3.15b và 3.15c)

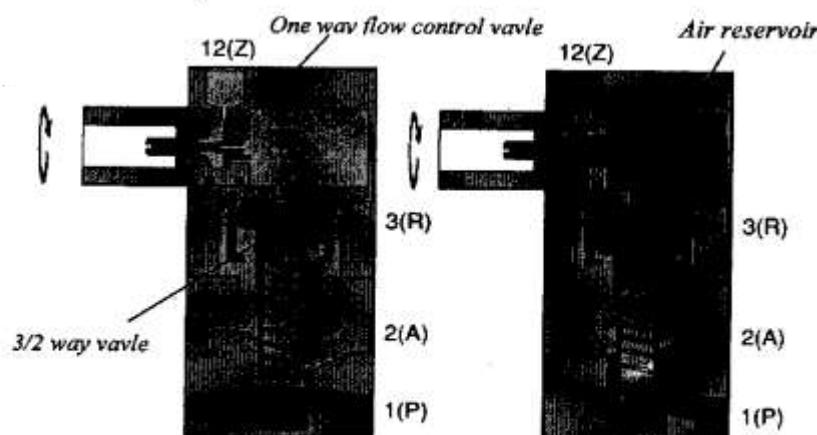


Hình 3.15: Nguyên lý làm việc và ký hiệu van trình tự áp suất

### 3.5. VAN ĐIỀU CHỈNH THỜI GIAN (Timer delay vale):

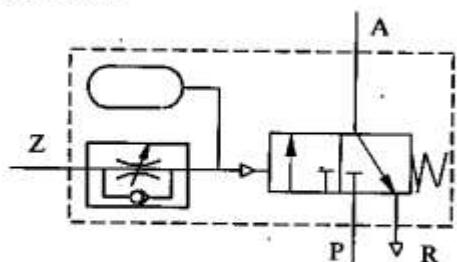
Thiết bị này còn được gọi là *role thời gian* hay *bộ làm trễ*. Nó gồm 3 phần tử chính: Van tiết lưu một chiều, bình tích áp, van 3/2 điều khiển bằng khí nén. Tùy thuộc vào van 3/2 là thường đóng hoặc thường mở ta sẽ có van thời gian mở chậm (*Timer delay vale nomally close*) hoặc van thời gian ngắt chậm (*Timer delay vale nomally open*).

Hình 3.16 mô tả nguyên lý hoạt động của van thời gian mở chậm. Theo sơ đồ, dòng tín hiệu điều khiển Z qua van tiết lưu một chiều, cần *thời gian t* để áp suất trong bình tích áp đạt giá trị nhất định, áp suất này tác động làm khóa cửa A với cửa xả R, đồng thời nối cửa P với A. Như vậy sau *thời gian t* kể từ lúc có tín hiệu Z, cửa P sẽ thông với cửa A.

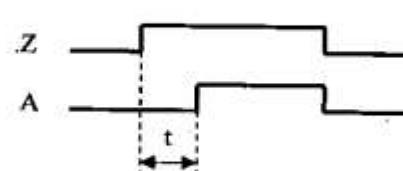


Hình 3.16: Van thời gian mở chậm (*Timer delay vale nomally close*)

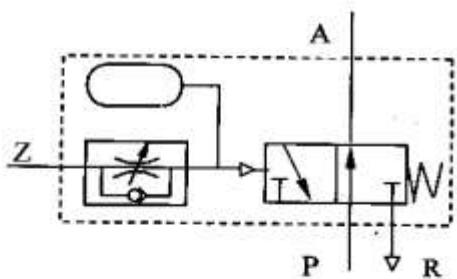
Hình 3.17 thể hiện kí hiệu của 2 loại van thời gian: loại van thời gian mở chậm và van thời gian ngắt chậm.



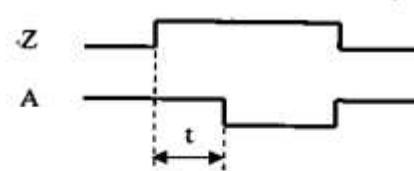
Ký hiệu van thời gian mở chậm



Biểu đồ thời gian



Ký hiệu van thời gian ngắt chậm



Biểu đồ thời gian

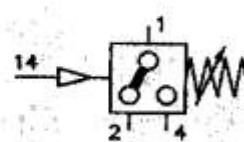
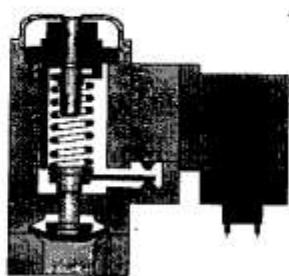
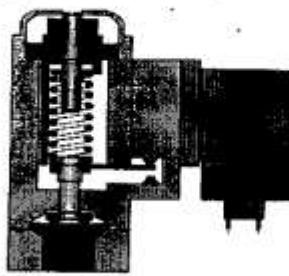
Hình 3.17: Kí hiệu van điều chỉnh thời gian

### 3.6. PHẦN TỬ CHUYÊN ĐỔI TÍN HIỆU

#### 3.6.1. Phần tử chuyển đổi tín hiệu khí nén – điện (Pneumatic- electric converter)

Nhiệm vụ của bộ chuyển đổi tín hiệu khí nén – điện là chuyển đổi từ tín hiệu khí nén vào thành tín hiệu điện ra để tác động vào bộ điều khiển hoặc cơ cấu chấp hành. Hình 3.18 là sơ đồ nguyên lý và kí hiệu bộ chuyển đổi tín hiệu khí nén – điện. Khi tín hiệu khí nén vào cửa 14 đạt giá trị áp suất nhất định, thắng được lực căng lò xo sẽ tác động vào các tiếp điểm điện (nối 1 với 4) để thực hiện chức năng điều khiển.

Nguồn áp suất P để đóng/mở công tắc điện được tiêu chuẩn theo từng hãng sản xuất. Chẳng hạn với áp suất làm việc là 5 - 8 bar, áp suất được tiêu chuẩn để đóng công tắc điện là 1,5 bar và áp suất để mở công tắc là 1 bar. Đối với những áp suất  $< 0,1$  bar thì cần phải qua van phụ trợ hay phải qua phần tử khuếch đại.



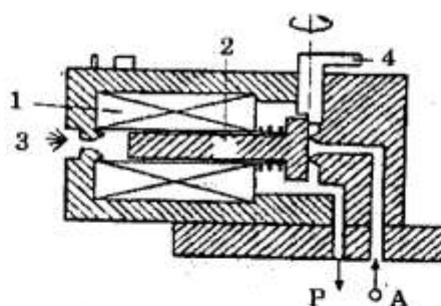
Ký hiệu

Hình 3.18: Nguyên lý cấu tạo và kí hiệu bộ chuyển đổi tín hiệu khí nén - điện

### 3.6.2. Phản tử chuyển đổi tín hiệu điện – khí nén (Electric - Pneumatic converter)

Bộ chuyển đổi tín hiệu điện – khí nén hoạt động theo nguyên tắc cơ bản của một nam châm điện. Hình 3.19 thể hiện nguyên lý hoạt động của bộ chuyển đổi tín hiệu điện – khí nén. Khi có tín hiệu dòng điện vào cuộn dây 1, lực từ trường sẽ tác động làm lôi từ 2 sét dịch chuyển về phía trái, làm cửa A nối với nguồn khí nén P.

Trong thực tế, hầu hết các loại van điện tử đều hoạt động theo nguyên tắc này. Tuy nhiên để tăng độ nhạy và tính hiệu quả, người ta sẽ điều khiển gián tiếp qua một van phụ trợ.



Hình 3.19: Nguyên lý tác động của nam châm điện

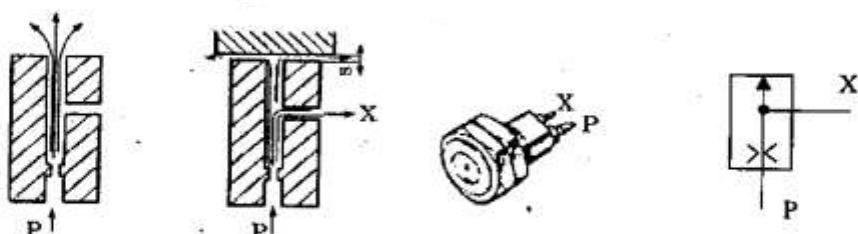
## 3.7. CẢM BIẾN BẰNG TIA

Cảm biến bằng tia thuộc loại cảm biến không tiếp xúc. Nó được dùng trong những trường hợp mà cảm biến không tiếp xúc bằng điện không thể đảm nhận được như điều kiện nóng, ánh sáng của nước, ánh sáng điện trường...

Cảm biến bằng tia có 3 loại chủ yếu: cảm biến bằng tia rẽ nhánh, cảm biến bằng tia phản hồi và cảm biến bằng tia qua khe hở.

### 3.7.1. Cảm biến bằng tia rẽ nhánh

Nguyên lý hoạt động và ký hiệu cảm biến bằng tia rẽ nhánh thể hiện ở hình 3.20. Dòng khí nén từ của P (nối với nguồn) sẽ đi thẳng nếu không có vật cản, nếu có vật cản thì dòng khí rẽ nhánh qua cửa X (áp suất rẽ nhánh).

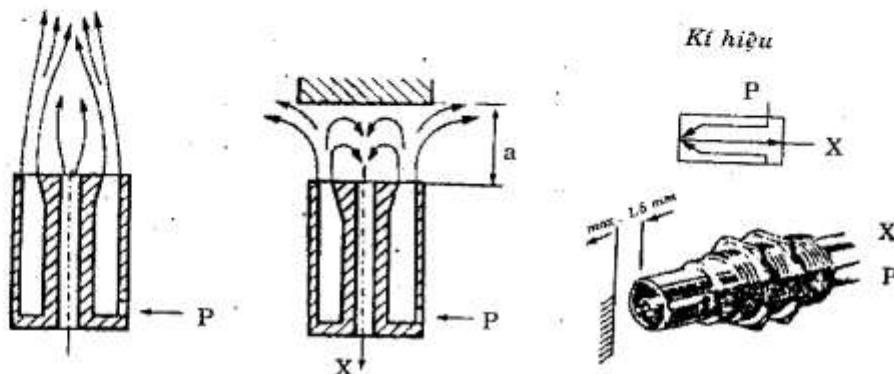


Hình 3.20: Cảm biến bằng tia rẽ nhánh

Sự phụ thuộc áp suất P, áp suất rẽ nhánh X và khoảng cách s tùy theo cấu tạo của từng loại cảm biến, và nó thường được ứng dụng để kiểm tra vị trí cuối hành trình của cơ cấu chấp hành.

### 3.7.2. Cảm biến bằng tia phản hồi

Nguyên lý hoạt động và kí hiệu cảm biến bằng tia phản hồi thể hiện ở hình 3.21. Khi dòng khí nén  $P$  đi qua không có cản, tín hiệu phản hồi  $X = 0$ , khi có vật cản tin 1hiệu  $X = 1$ . Đặc điểm của cảm biến bằng tia phản hồi là khi vật cản dịch chuyển theo hướng dọc trực của cảm biến, hoặc theo hướng vuông góc với trục thì tín hiệu điều khiển vẫn nhận giá trị  $X = 1$ .



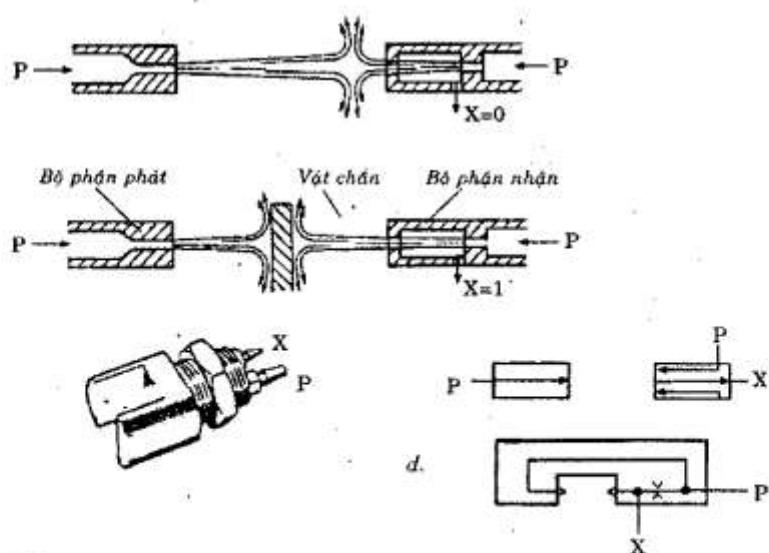
Hình 3.21: Cảm biến bằng tia phản hồi

Thông thường áp suất nguồn  $P$  có giá trị từ 100 mbar 500 mbar tùy theo từng loại cảm biến, do vậy khi dùng loại cảm biến này phải sử dụng phần tử khuếch đại.

Cảm biến bằng tia phản hồi thường được ứng dụng để kiểm tra kích thước của chi tiết, kiểm tra dây chuyền vận hành (băng giấy, băng tải...) với bề dày của chi tiết phải  $\geq 0,1\text{mm}$

### 3.7.3. Cảm biến bằng tia qua khe hở

Cảm biến bằng tia qua khe hở gồm 2 bộ phận: bộ phận phát và bộ phận nhận (hình 3.22). Thông thường bộ phận phát và bộ phận nhận có cùng áp suất  $P$  khoảng 150 mbar. Nhưng trong một số ứng dụng, áp suất  $P$  của bộ phận phát có thể là 4 bar và áp suất  $P$  của bộ phận nhận đến 0,5 bar. Trong quá trình lắp cần lưu ý là trục của bộ phận phát và cơ cấu nhận phải đồng tâm.



Hình 3.22: Cảm biến bằng tia qua khe hở

### 3.8. DỤNG CỤ ĐO

#### 3.9.1. Dụng cụ đo áp suất

Thông thường trên các dụng cụ đo thường hiển thị giá trị áp suất là hiệu của áp suất được đo và áp suất khí quyển.

Do vậy trong kỹ thuật thường có các dạng dụng cụ đo áp suất:

- Dụng cụ đo áp suất dương - áp suất dư (*Pressure Gauge*) hay còn gọi chung là áp kế
- Dụng cụ đo áp suất âm (*Vaccum*) hay còn gọi là chân không kế.

Trong các hệ thống khí nén thường rất ít sử dụng chân không kế, vì vậy trong giáo trình này sẽ không đề cập đến dụng cụ đo này.

Loại áp kế phổ biến nhất hiện nay là các loại áp kế dạng đồng hồ. Trên mặt dụng cụ đo, giá trị áp suất đo (bar, kG/cm<sup>2</sup>, MPa, PSI...) được hiển thị thông qua vị trí của kim đồng hồ tương ứng với các vạch khắc số. Hình 3.23 là hình dạng ngoài và ký hiệu dụng cụ đo áp suất.



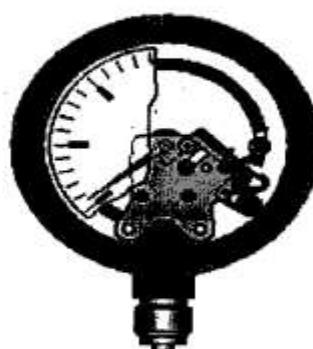
Hình 3.23: Hình dạng ngoài và ký hiệu dụng cụ đo áp suất

Trong các hệ thống khí nén ta thường gặp 2 loại đồng hồ đo áp suất: áp kế loại lò xo xoắn ốc và áp kế loại lò xo tấm.

##### a) Dụng cụ đo áp suất dạng lò xo xoắn ốc:

Nguyên lý hoạt động của loại áp kế này thể hiện trên hình 3.24. Dưới tác dụng của áp lực đo, lò xo (8) bị biến dạng (duỗi ra), qua cơ cấu thanh truyền, đòn bẩy và bánh răng, độ biến dạng của lò xo được chuyển đổi thành góc quay của kim đo trên mặt hiện số.

Với nguyên lý cấu tạo này, dụng cụ đo áp suất có thể đo áp suất từ 0 đến 4.000bar.

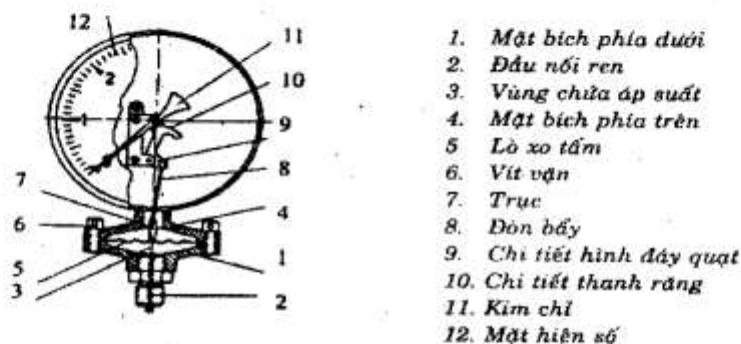


Hình 3.24: Áp kế dạng lò xo xoắn ốc

b) *Dụng cụ đo áp suất dạng lò xo tấm:*

Nguyên lý hoạt động của dụng cụ đo áp suất dạng lò xo tấm (hình 3.25) cũng tương tự như dạng lò xo xoắn ốc, dưới tác dụng của áp lực, lò xo tấm (5) bị biến dạng, qua trục đòn bẩy (8), cụm bánh răng quạt (9) – thanh răng (10) làm kim chỉ (11) sẽ chỉ thị áp suất do trên mặt số (12).

Với nguyên lý cấu tạo này, dụng cụ đo áp suất có thể đo áp suất từ 0 đến 25bar.

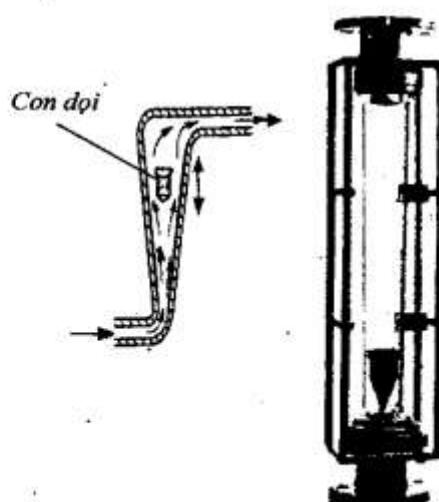


Hình 3.25: Áp kế dạng lò xo tấm

### 3.9.2. Dụng cụ đo lưu lượng

Người ta thường sử dụng dụng cụ đo đo lưu lượng khí dạng con dọi nối (hình 3.26). Dụng cụ gồm một ống thủy tinh có dạng hình phễu đặt thẳng đứng, bên trong ống là con dọi nối. Dòng khí nén được đo được dẫn vào từ đáy ống, con dọi sẽ được nâng lên đến vị trí cân bằng (hợp lực tác dụng lên con dọi cân bằng). Độ cao nâng dọi trong ống thủy tinh tương ứng với lưu lượng cần đo.

Phương pháp này có thể đo được lưu lượng từ  $16 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$  đến  $600 \text{ m}^3$ .



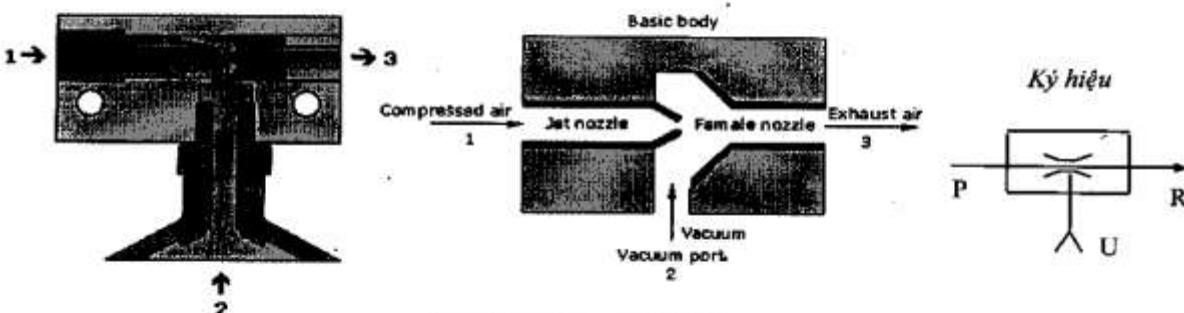
Hình 3.26: Đo lưu lượng bằng con dọi

### 3.9. VAN CHÂN KHÔNG (Vacuum valve)

Van chân không là phần tử có nhiệm vụ tạo lực hút chân không tại miệng van để hút và giữ chi tiết trong các dây chuyền lắp ráp, vận chuyển...

Chân không trong các hệ thống khí nén thường được tạo ra dựa theo nguyên lý ống Venturi. Theo đó khi ta cấp nguồn khí nén có áp suất khoảng 2 - 8 bar cho cửa P, khí nén sẽ theo cửa R thoát ra ngoài và kết quả sẽ tạo ra chân không cửa hút U (Hình 3.27).

Miệng hút nối với cửa U thường được làm bằng chất dẻo hoặc cao su tổng hợp có dạng đĩa tròn. Áp suất chân không tại cửa U có thể đạt đến 0,7 bar và phụ thuộc vào áp suất của dòng khí nén vào cửa P của van.



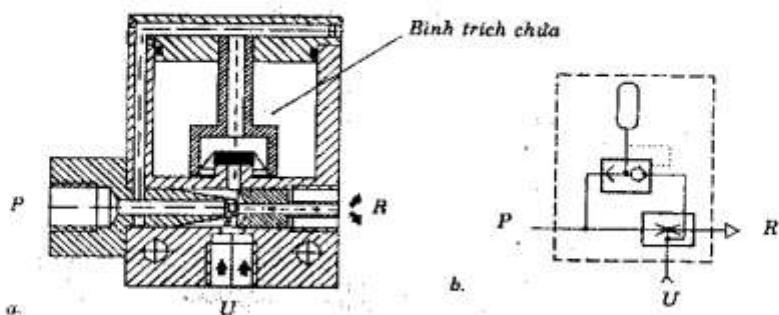
Hình 3.27: Van chân không

Lực hút chân không thường đạt đến 200N và phụ thuộc đường kính D của đĩa hút, áp suất chân không tạo thành tại cửa U và được xác định:

$$F = \frac{\pi D^2}{4} \Delta P \quad \text{Với} \quad \Delta P = P_a - P_u$$

Trong đó:  $F$  Lực hút chân không, [N]  
 $D$  Đường kính đĩa hút, [m]  
 $P_a$  Áp suất không khí ở điều kiện tiêu chuẩn,  $[N/m^2]$   
 $P_u$  Áp suất chân không tại cửa hút U,  $[N/m^2]$

Trong thực tế với những chi tiết có trọng lượng nhỏ, mềm khi đã tắt nguồn áp suất P, nó không tách ra ngay mà vẫn dính vào đĩa hút. Để khắc phục hiện tượng này người ta lắp thêm một bình tích áp (hình 3.28). Trong quá trình tạo chân không tại cửa U, một phần khí nén được vào bình tích chứa, khi ngắt nguồn P lượng khí này sẽ thoát ra ngoài qua cửa U để xả chân không tại miệng hút.



Hình 3.28: Cấu tạo van chân không có bình tích chứa

## Chương 4 : CƠ CẤU CHẤP HÀNH

### 4.1. CHỨC NĂNG - YÊU CẦU

Chức năng của cơ cấu chấp hành trong các hệ thống khí nén là nhận nguồn năng lượng khí nén để biến đổi thành năng lượng cơ học nhằm thực hiện các chuyển động theo yêu cầu điều khiển của hệ thống. Cơ cấu chấp hành có thể thực hiện các chuyển động thẳng (Piston - xi lanh), chuyển động quay (xi lanh quay, động cơ khí nén).

Trong các hệ thống truyền động khí nén, ta thường gặp 2 dạng cơ cấu chấp hành phổ biến là xi lanh lực và động cơ khí nén.

### 4.2. XI LANH KHÍ NÉN

Xi lanh có nhiệm vụ biến đổi năng lượng (thể năng hay động năng) của nguồn khí nén thành năng lượng cơ học, chuyển động thẳng hoặc chuyển động quay. Thông thường xi lanh được lắp cố định, piston chuyển động. Một số trường hợp có thể ngược lại.

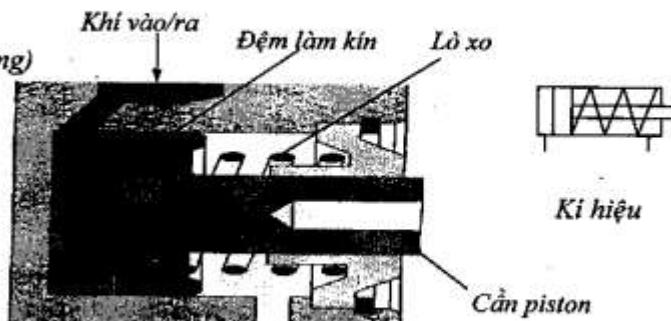
Xi lanh thường gồm 2 dạng: dạng chuyển động tịnh tiến và dạng chuyển động quay. Dạng chuyển động tịnh tiến, chuyển động tương đối giữa piston với xi lanh là chuyển động tịnh tiến, dạng chuyển động quay thì chuyển động tương đối giữa piston với xi lanh là chuyển động quay, góc quay thường  $< 360^\circ$ .

#### 4.2.1. Các loại xi lanh:

##### a) Xi lanh tác động đơn (Single acting)

Áp lực tác động vào xi lanh chỉ ở một phái, phía ngược lại do lò xo hoặc ngoại lực tác động. Loại xi lanh này thường có hành trình không lớn ( $< 200\text{mm}$ ).

Hình 4.1 thể hiện nguyên lý cấu tạo và kí hiệu xi lanh tác động đơn.

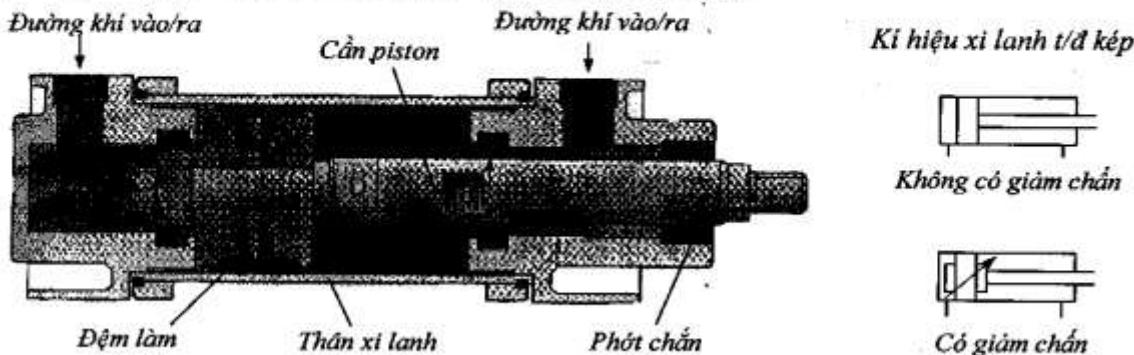


Hình 4.1: Cấu tạo và kí hiệu xi lanh tác động đơn

##### b) Xi lanh tác động kép (Double acting):

Áp lực tác động vào xi lanh tác động kép theo cả 2 phái của piston. Xi lanh tác động kép có 2 loại: loại không có giảm chấn và loại có giảm chấn. Hình 4.2 thể hiện cấu tạo xi lanh tác động kép không có giảm chấn.

Bộ phận giảm chấn là dạng van tiết lưu một chiều đặt vào 2 đầu của xi lanh nhằm ngăn chặn sự va đập của piston vào thành xi lanh ở vị trí cuối行程.

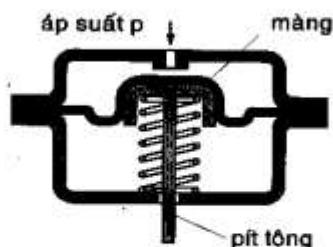


Hình 4.2: Cấu tạo và kí hiệu xi lanh tác động kép

c) *Xi lanh màng* :

Tương tự xi lanh tác động đơn, xi lanh màng có piston làm kín dạng màng chắn. Loại này có hành trình làm việc nhỏ (tối đa là 80mm), do vậy nó thường được sử dụng trong điều khiển, trong công nghiệp ô tô (điều khiển thắng, ly hợp...)

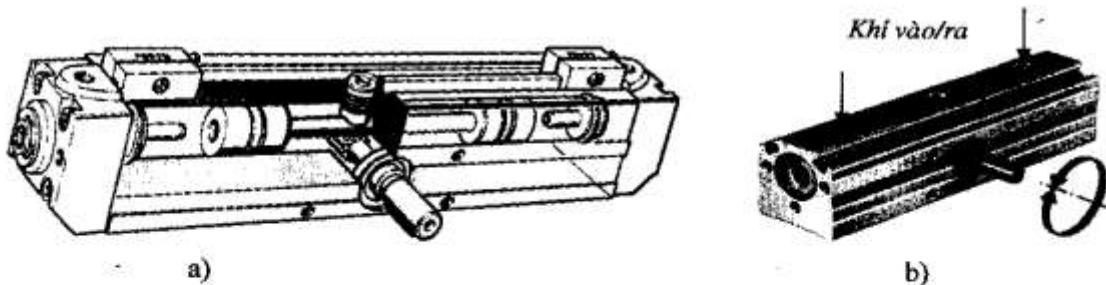
Hình 4.3 thể hiện cấu tạo một xi lanh màng.



Hình 4.3: Xi lanh màng

d) *Xi lanh quay bằng thanh răng*:

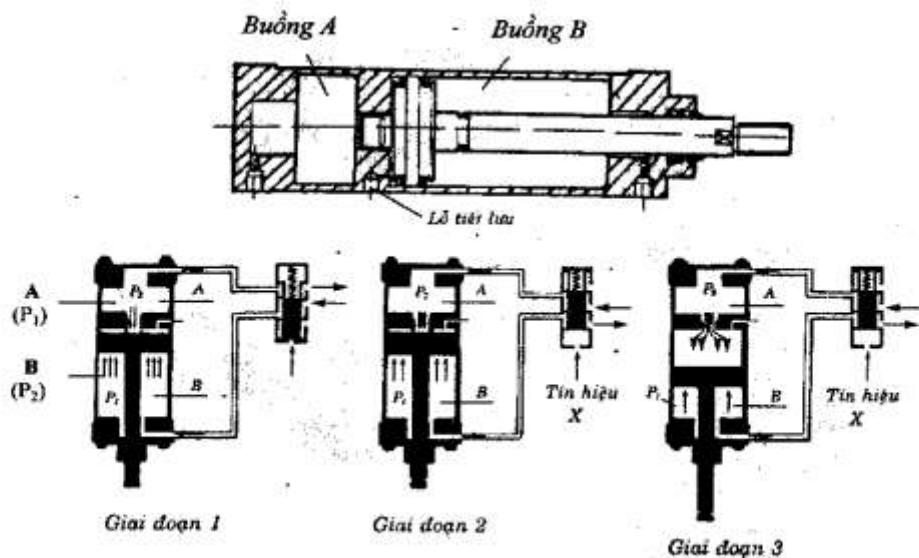
Khi cấp khí nén vào xi lanh, chuyển động tịnh tiến piston biến thành chuyển động quay của trục công tác của xi lanh nhờ cơ cấu bánh răng-thanh răng (thanh răng gắn trên cần piston). Góc quay có thể  $90^\circ, 180^\circ, 360^\circ$  (hình 4.4).



Hình 4.4: Kết cấu (a) và hình dạng ngoài (b) xi lanh quay

e) *Xi lanh va đập*:

Xi lanh chia thành 2 buồng A và B (hình 4.5), ngăn ở giữa 2 buồng có lỗ tiết lưu cho khí nén thoát ra ngoài. Trạng thái bình thường (giai đoạn 1) buồng B thông với áp suất khí quyển  $P_1$ . Khi có tín hiệu X, khí nén sẽ vào buồng A, áp suất  $P_2$  tác động vào bề mặt diện tích nhỏ (giai đoạn 2). Chỉ trong một thời gian ngắn áp suất  $P_2$  tác động lên cả bề mặt của xi lanh trong buồng A, áp lực tăng lên đột ngột (giai đoạn 3) đẩy mạnh xi lanh xuống

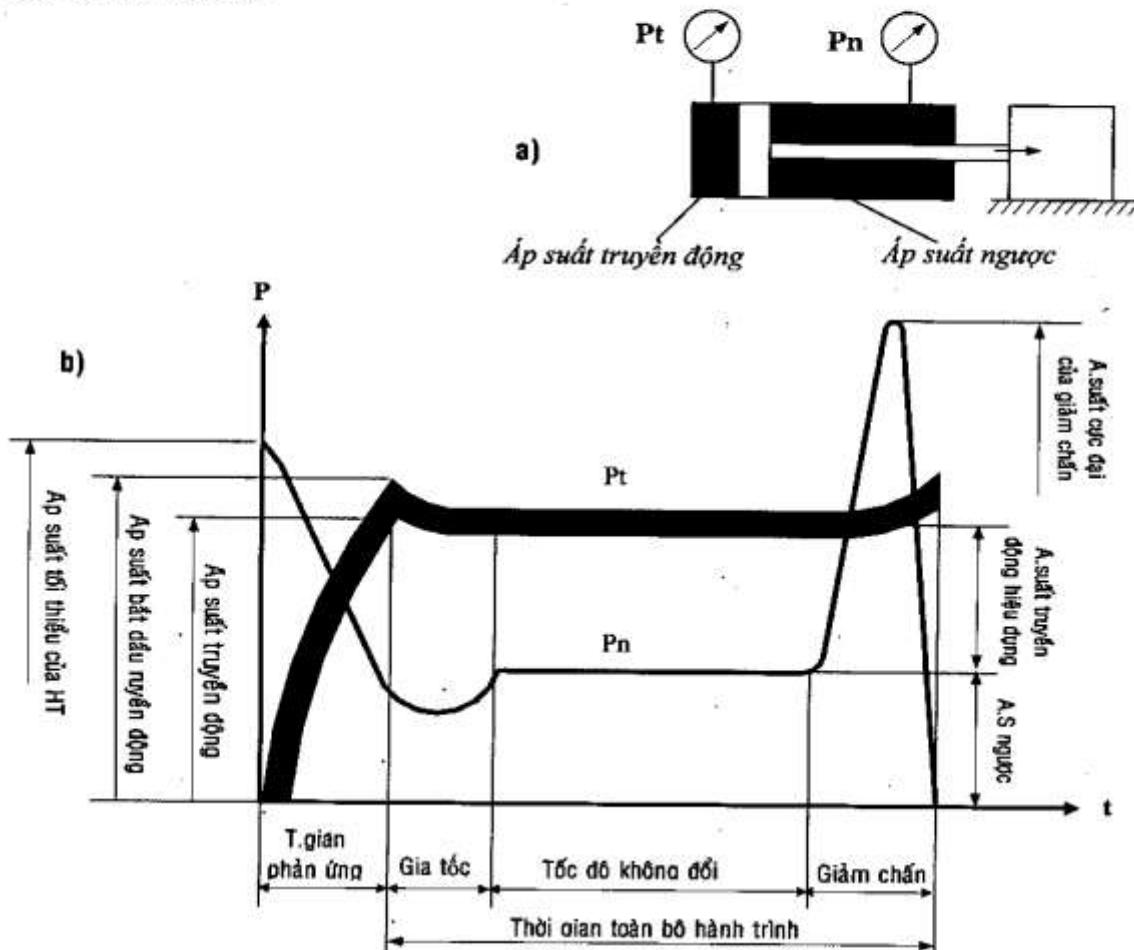


Hình 4.5: Cấu tạo và nguyên lý làm việc của xi lanh va đập

#### 4.2.2. Mối quan hệ giữa áp suất và tải trọng của xi lanh

Cho một xi lanh tác động kép đẩy một tải trọng như hình 4.6a. Áp suất đẩy piston (tải trọng) đi ra gọi là áp suất truyền động  $P_t$ , lúc đó sẽ phát sinh một áp suất ngược  $P_n$  phía đối diện làm cản trở chuyển động.

Tiến hành xác định sự biến thiên áp suất trong quá trình chuyển động của xi lanh ta được biểu đồ như hình 4.6b

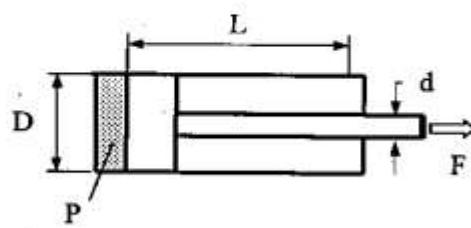


Hình 4.6 : Mối quan hệ giữa áp suất và tải trọng của xi lanh

#### 4.2.3. Tính toán các thông số làm việc của xi lanh:

Cấu hình và các thông số làm việc của xi lanh gồm:

- Đường kính xi lanh:  $D$  (mm).
- Đường kính cần piston:  $d$  (mm)
- Hành trình công tác:  $L$  (mm)
- Áp suất làm việc của xi lanh  $P$  (bar,  $N/m^2$ , PSI...)
- Hiệu suất làm việc:  $\eta$  (%)
- Lực đẩy sinh ra trên cần piston  $F$  (N).
- Lượng không khí tiêu thụ của xi lanh  $Q$  (l/ph,  $m^3/giờ$ ).

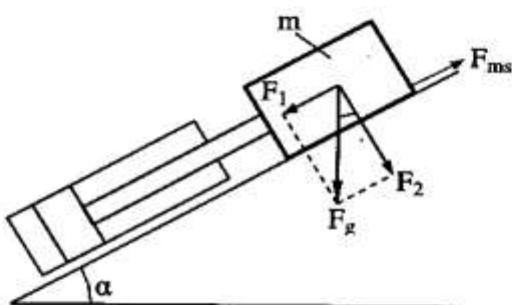


a) **Tính lực đẩy sinh ra của xi lanh (F):**

Giả sử xi lanh cần đẩy vật khối lượng  $m$  trượt trên mặt phẳng nghiêng như sơ đồ hình 4.7, giả thiết chuyển động đẩy của piston là đều.

Gọi  $F$  là lực đẩy cần thiết của xi lanh để đẩy vật lên, xét điều kiện cân bằng ( $F_1 = F_{ms}$ ) ta có

$$F = F_1 = m.g.\sin\alpha$$



Hình 4.7 : Sơ đồ tài trọng của xi lanh

- Khi xi lanh đẩy vật nằm ngang :

$$\begin{aligned} F &= \mu \cdot F_g \\ &= \mu \cdot m \cdot g \end{aligned}$$

( $\mu$  hệ số ma sát tại bì mặt tiếp xúc giữa vật đẩy và mặt phẳng)

- Khi xi lanh đẩy vật thẳng đứng :

$$F = m.g$$

Đối với các xi lanh khí nén, lực đẩy  $F$  kể trên được sinh ra nhờ áp suất khí nén  $P$  cấp cho xi lanh tác dụng trên diện tích piston  $A$  và được tính như sau:

• Xi lanh tác động đơn:

$$F = \eta \cdot P \cdot A - F_L, \quad [\text{N}]$$

Trong đó:

$P$  : Áp suất nguồn khí nén cấp cho xi lanh,  $[\text{N}/\text{m}^2]$

$F_L$  : Lực phản hồi của lò xo,  $[\text{N}]$

$A$  : Diện tích đỉnh piston, và được tính:

$$A = \frac{\pi D^2}{4} 10^{-4}, \quad [\text{m}^2]$$

$D$  : Đường kính xi lanh,  $[\text{mm}]$

$\eta$  : Hiệu suất làm việc của xi lanh,  $[\%]$

(thông thường  $\eta = 0,8 - 0,9$ )

• Xi lanh tác động kép:

Lực đẩy sinh ra ở hành trình đi ra của piston:

$$F = \eta \cdot P \cdot A \quad [\text{N}]$$

Lực đẩy sinh ra ở hành trình đi về của piston:

$$F = \eta \cdot P \cdot A' \quad [\text{N}]$$

Trong đó:

P : Áp suất nguồn khí nén cấp cho xi lanh,  $[\text{N}/\text{m}^2]$

A' : Diện tích đỉnh piston - phía cản piston,  $[\text{m}^2]$

$$A' = \frac{\pi (D^2 - d^2)}{4} \cdot 10^{-6}, \quad [\text{m}^2]$$

d: Đường kính cản piston [mm]

b) Tính lượng khí tiêu thụ của xi lanh (Q):

• Với xi lanh tác động đơn:

$$Q = L \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot n \cdot i \cdot 10^{-3} \quad [\text{m}^3/\text{phút}]$$

Trong đó:

n : Số hành trình kép của xi lanh/dơn vị thời gian, [hành trình/phút]

D : Đường kính xi lanh, [dm]

L : Hành trình của xi lanh, [dm]

i : Tỉ số nén, i được tính:

$$i = \frac{1,013 + P \text{ (bar)}}{1,013}$$

• Với xi lanh tác động kép:

$$Q = L \cdot \frac{\pi (2D^2 - d^2)}{4} \cdot n \cdot i \cdot 10^{-3}, \quad [\text{m}^3/\text{phút}]$$

Trong đó:

n : Số hành trình kép của xi lanh/dơn vị thời gian, [hành trình/phút]

D : Đường kính xi lanh, [dm]

L : Hành trình của xi lanh, [dm]

d: Đường kính cản piston [dm]

Bài tập:

Tính lực đẩy sinh ra ở 2 hành trình của một xi lanh tác động kép biết:

- Áp suất nguồn khí nén cấp cho xi lanh  $P = 6,5 \text{ bar}$
- Đường kính xi lanh  $D = 50 \text{ mm}$
- Đường kính cản piston  $d = 20 \text{ mm}$
- Hiệu suất làm việc của xi lanh  $\eta = 0,85$

### 4.3. ĐỘNG CƠ KHÍ NÉN:

#### Chức năng:

Động cơ khí nén là cơ cấu chấp hành có nhiệm vụ biến đổi năng lượng thế năng hay động năng của khí nén thành năng lượng cơ học – dạng chuyển động quay.

#### Ưu điểm:

- Điều chỉnh đơn giản mômen quay và số vòng quay, trọng lượng nhỏ
- Đạt được với số vòng quay cao và điều chỉnh vô cấp
- Có thể đảo chiều quay một cách dễ dàng
- Ít bị hư hỏng khi quá tải
- Giá thành bảo dưỡng thấp
- Không sợ bị nguy cơ cháy nổ

#### Nhược điểm:

- Giá thành năng lượng cao (khoảng gần 10 lần so với động cơ điện)
- Số vòng quay bị thay đổi khi tải trọng thay đổi
- Phát sinh tiếng ồn lớn do hiện tượng xả khí.

Dai lượng đặc trưng của động cơ khí nén là công suất N trên trục động cơ, hiệu áp suất ở đường vào và đường ra  $\Delta P = p_1 - p_2$  và lượng lưu chất tiêu thụ trong một vòng quay q [L/ph]. Nếu động cơ được cấp một lưu lượng Q thì vận tốc quay n của nó được tính theo công thức:

$$n = \frac{Q}{q} \eta_v, \quad \text{vg / ph}$$

Công suất N trên trục động cơ khí nén được xác định:

$$N = N_0 \cdot \eta = \frac{Q(p_1 - p_2)}{612} \eta, \quad \text{kW}$$

Trong đó:

$\eta_v$  hiệu suất thể tích [%]

$\eta$  hiệu suất chung của động cơ [%]

$p_1 - p_2$  hiệu áp suất đầu vào/ra động cơ [Pa]

Q lưu lượng dòng khí nén cấp cho động cơ [L/ph]

Sau đây sẽ giới thiệu một số động cơ khí nén thường dùng

#### 4.3.1 Động cơ bánh răng (Gear motor)

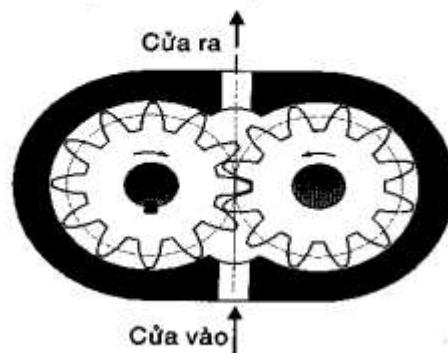
Động cơ bánh răng thường có công suất đến 50 kW với áp suất làm việc 6 bar và mômen quay đạt đến 500 Nm (hình 4.8)

Dựa vào kết cấu dạng răng của các bánh răng trong động cơ, người ta có các loại: động cơ bánh răng thẳng, động cơ bánh răng nghiêng, động cơ bánh răng chữ V.

- *Động cơ bánh răng thẳng*: mômen quay được tạo ra bởi áp suất khí nén lên mặt bên răng. Ông thái khí phải được kéo dài để giảm tiếng ồn.

- *Động cơ bánh răng nghiêng*: nguyên lý làm việc tương tự động cơ bánh răng thẳng, cần chú ý lực tác dụng hướng trực và dọc trực khi chọn ô lăn.

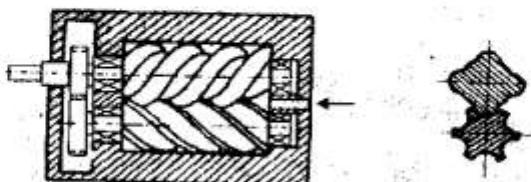
- *Động cơ bánh răng chữ V*: lực dọc trực và tiếng ồn bé.



Hình 4.8: Động cơ bánh răng

#### 4.3.2 Động cơ trục vít (Screw motor):

Biên dạng của 2 trục vít có phần lồi của trục này tương ứng phần lõm của trục kia. Kết cấu của động cơ trục vít tương tự như máy nén khí trục vít. Ngoài ra để tăng hiệu suất sử dụng, hai trục vít thường có số răng khác nhau (hình 4.9)

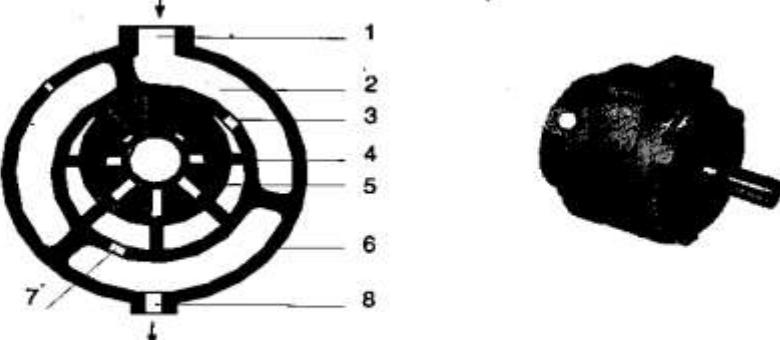


Hình 4.9: Động cơ trục vít

#### 4.3.3 Động cơ cánh gạt (Rotate motor):

Nguyên lý hoạt động của động cơ cánh gạt thể hiện ở hình 4.10. Dưới tác dụng của áp suất khí nén lên cánh gạt (4) làm rôto (5) quay, khí nén được thải ra ngoài qua cửa xả (8)

- 1. Cửa lưu chất vào
- 2. Khoang khí vào
- 3. Lỗ lưu chất vào
- 4. Cánh gạt
- 5. Rôto
- 6. Stator
- 7. Lỗ lưu chất ra
- 8. Cửa lưu chất ra

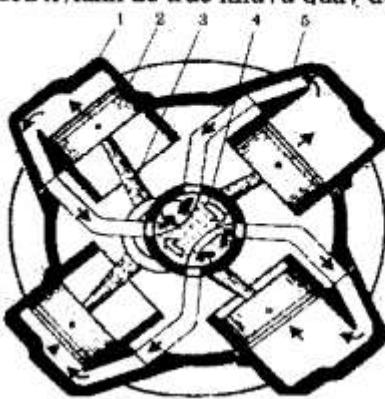


Hình 4.10: Cấu tạo và hình dáng ngoài động cơ cánh gạt

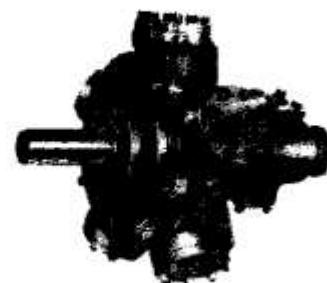
#### 4.3.4 Động cơ piston (Piston motor)

##### a) Động cơ piston hướng kính (Radial piston motor)

Nguyên lý hoạt động của động cơ piston hướng kính thể hiện ở hình 4.11. Áp suất khí nén sẽ tác động lên piston (2), qua thanh truyền (3), làm cho trục khuỷu quay. Người ta thường bố trí nhiều xylanh để trục khuỷu quay được ổn định và giảm va đập.



- 1. Xilanh
- 2. Pítông
- 3. Thanh truyền
- 4. Van điều khiển
- 5. Kênh dẫn trong xilanh



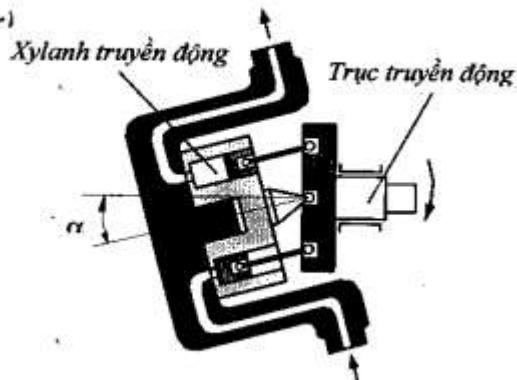
Hình dạng ngoài

Hình 4.11: Động cơ piston hướng kính

*b) Động cơ piston hướng trục (Axial piston motor)*

Sơ đồ nguyên lý hoạt động của động cơ piston hướng trục cho ở hình 4.12. Thông thường động cơ loại này có 5 xi lanh được sắp xếp dọc theo trục quay.

Mômen quay được tạo thành bởi lực tiếp tuyến của cần piston tác động lên đĩa nối với trục truyền. Động cơ piston hướng trục có thể điều khiển vô cấp số vòng quay với mômen lên đến 900 Nm.

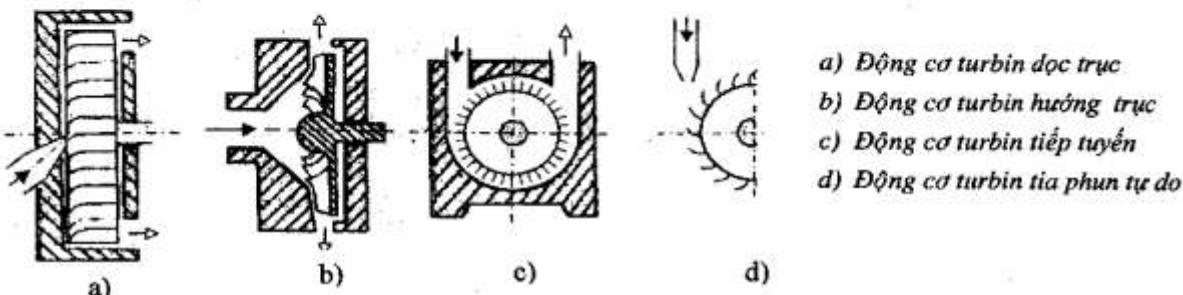


*Hình 4.12: Động cơ piston hướng trục*

**4.3.5 Động cơ turbin:**

Nguyên lý hoạt động của động cơ turbin là chuyển đổi động năng của dòng khí nén qua vòi phun thành năng lượng cơ học. Loại động cơ này thường có số vòng quay rất cao (khoảng 10.000 vòng/phút).

Tùy theo hướng dòng khí nén vào turbin ta có động cơ turbin dọc trục, hướng trục, tiếp tuyến và động cơ turbin tia phun tự do (hình 4.13)

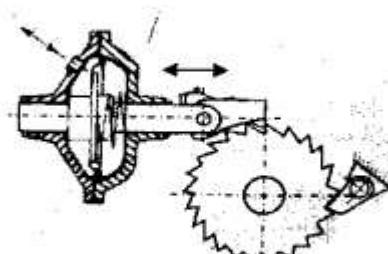


*Hình 4.13: Động cơ turbin*

**4.3.6 Động cơ màng:**

Động cơ màng hoạt động tương tự như động cơ piston (hình 4.14), chỉ khác ở cấu tạo của piston.

Khi cho dòng khí nén vào buồng động cơ, làm màng dao động, qua cơ cấu thanh truyền - bánh cót, sẽ trở thành chuyển động quay không liên tục trên trục động cơ.



*Hình 4.14: Động cơ màng*

#### 4.4. BỘ BIẾN ĐỔI ÁP LỰC:

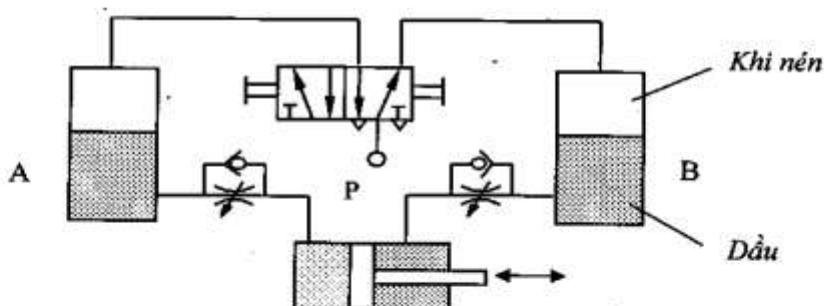
Bộ biến đổi áp lực thường được sử dụng kết hợp, trao đổi áp suất giữa khí nén và thủy lực trong những trường hợp cần thiết. Có 2 dạng biến đổi áp lực:

- Biến đổi áp lực khí nén thành áp lực thủy lực
- Khuếch đại áp lực khí nén thành áp lực thủy lực hoặc áp lực khí nén

##### 4.4.1. Biến đổi áp lực khí nén thành áp lực thủy lực

Hình 4.15 minh họa sơ đồ bộ biến đổi áp lực khí nén thành áp lực thủy lực có cùng áp suất để truyền động cho xi lanh thủy lực.

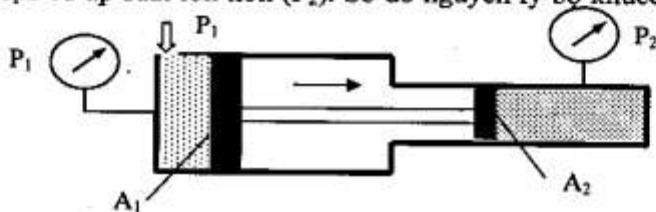
Nguồn khí nén được cấp vào 2 bình chứa A hoặc B qua van đảo chiều 5/2, sau đó chuyển năng lượng khí nén thành áp lực dầu để dẫn động xi lanh thủy lực.



Hình 4.15: Bộ biến đổi áp lực của khí nén thành áp lực của dầu

##### 4.4.2. Bộ khuếch đại áp lực

Bộ khuếch đại áp lực có chức năng biến đổi áp lực khí nén có áp suất thấp ( $P_1$ ) thành áp lực khí nén hoặc thủy lực có áp suất lớn hơn ( $P_2$ ). Sơ đồ nguyên lý bộ khuếch đại áp lực thể hiện trên hình 4.16



Hình 4.16: Bộ khuếch đại áp lực

Gọi  $P_1$  áp suất vào bộ khuếch đại (áp suất khí nén)

$P_2$  áp suất khuếch đại, áp suất ra

$A_1, A_2$  diện tích bề mặt piston chịu áp suất  $P_1$  và  $P_2$

Ta có :

$$P_1 \cdot A_1 = P_2 \cdot A_2$$

$$\Rightarrow P_2 = P_1 \frac{A_1}{A_2}$$

Nếu diện tích  $A_1$  lớn hơn  $A_2$  bao nhiêu lần thì áp suất  $P_2$  sẽ lớn hơn áp suất  $P_1$  bấy nhiêu lần.

Tỷ số  $\frac{A_1}{A_2}$  được gọi là hệ số khuếch đại của bộ biến đổi áp lực

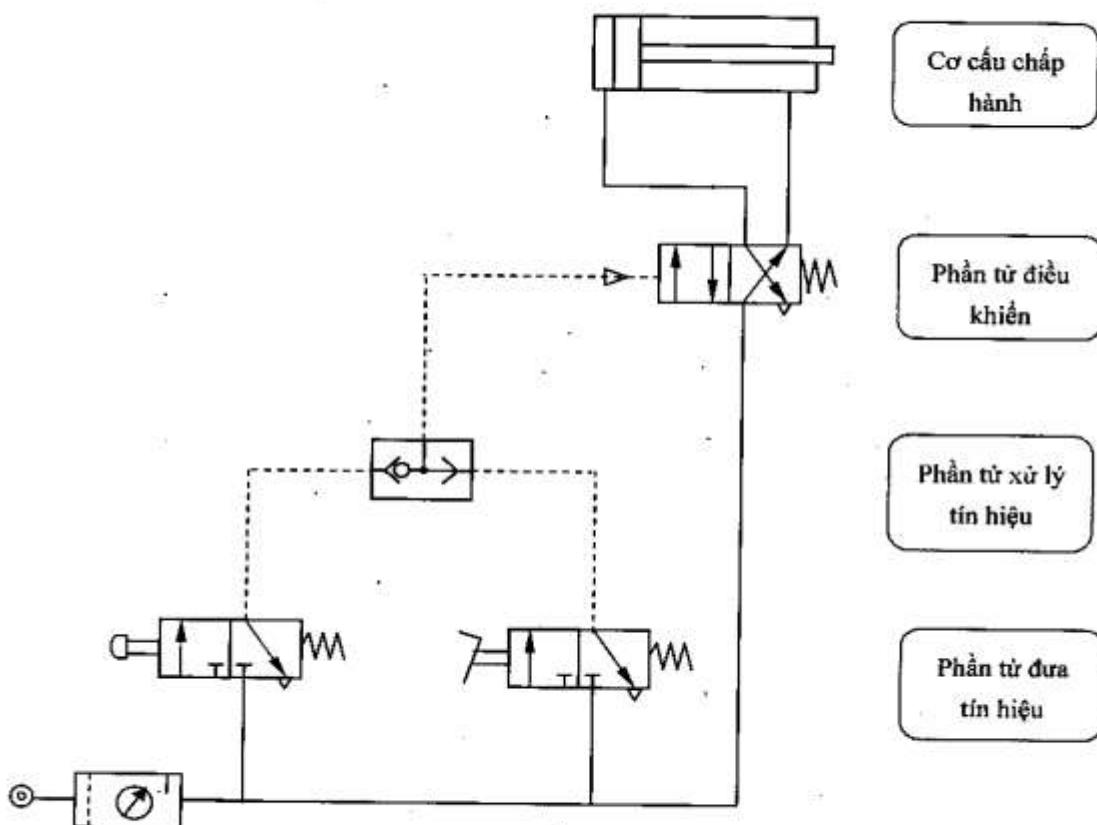
## Chương 5 : ĐIỀU KHIỂN BẰNG KHÍ NÉN, ĐIỆN - KHÍ NÉN

### 5.1. KHÁI NIỆM VỀ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN KHÍ NÉN

Một hệ thống điều khiển bằng khí nén bao gồm ít nhất một mạch điều khiển. Mạch điều khiển theo DIN 19266 gồm các phần tử cơ bản thể hiện ở hình 5.1. Theo sơ đồ này, mạch gồm các phần tử chính như sau:

- *Phần tử đưa tín hiệu*: nhận những giá trị vào là các đại lượng vật lý (lực tác động, dòng điện...). Đây là phần tử đầu tiên của mạch điều khiển (các loại nút ấn, relay...)
- *Phần tử xử lý tín hiệu*: xử lý tín hiệu vào theo một qui tắc logic xác định, làm thay đổi trạng thái phần tử điều khiển (van tiết lưu, van OR hoặc AND...)
- *Phần tử điều khiển*: điều khiển dòng năng lượng theo yêu cầu, thay đổi trạng thái của cơ cấu chấp hành (van đảo chiều, ly hợp...)
- *Cơ cấu chấp hành*: thay đổi trạng thái của đối tượng điều khiển, là đại lượng ra của mạch điều khiển (Xilanh, động cơ).

Những hệ thống điều khiển phức tạp sẽ bao gồm nhiều phần tử, nhiều mạch điều khiển hơn.



Hình 5.1 : Cấu trúc mạch điều khiển khí nén và các phần tử

## 5.2. BIỂU ĐỒ CHỨC NĂNG CỦA QUÁ TRÌNH ĐIỀU KHIỂN:

### 5.2.1. Biểu đồ trạng thái:

Trong một hệ thống điều khiển gồm nhiều phần tử với các trạng thái làm việc khác nhau, do vậy để biểu diễn đơn giản trạng thái, mối quan hệ giữa các phần tử trong mạch điều khiển, người ta qui ước dùng biểu đồ trạng thái để biểu diễn.

Biểu đồ trạng thái là một sơ đồ rút gọn để biểu diễn trạng thái các phần tử trong mạch, mối liên hệ giữa các phần tử và trình tự chuyển mạch của các phần tử.

Theo tiêu chuẩn VDI 3260 của Cộng Hoà Liên Bang Đức qui ước, Biểu đồ trạng thái gồm 2 trực tọa độ: trực thẳng đứng biểu diễn trạng thái các phần tử (hành trình chuyển động, áp suất, trạng thái On/Off...), trực nằm ngang thể hiện tuần tự các bước hoặc thời gian thực hiện các bước.

Chu 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 biểu diễn bằng các nét mảnh kèm theo các mũi tên biểu diễn chiều tác động.

Một số ký hiệu thường dùng biểu diễn trên biểu đồ trạng thái theo VDI 3260 :

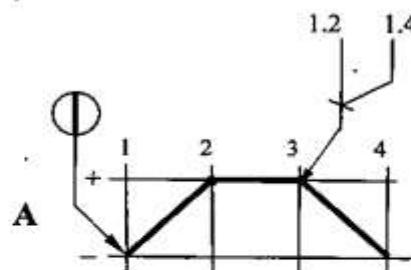


#### Ví dụ 5.1:

Một xi lanh tác động kép (A) được điều khiển hoạt động theo chu trình như sau: khi tác động vào nút nhấn khởi động (Start), pít tông sẽ đi ra. Khi tác động đồng thời vào 2 nút nhấn 1.2 và 1.4 xi lanh sẽ rút về.

Hãy lập biểu đồ trạng thái của xi lanh này.

Biểu đồ trạng thái của xi lanh A được biểu diễn trên hình 5.2. Liên kết giữa 2 nút nhấn 1.2 và 1.4 là liên kết AND, xi lanh đi ra ký hiệu + (hoặc 1), xi lanh rút về ký hiệu - (hoặc 0)



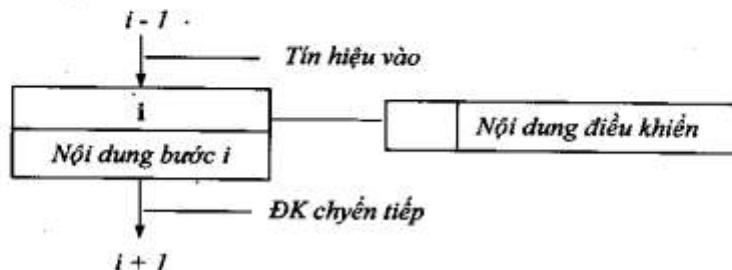
Hình 5.2: Biểu đồ trạng thái của xi lanh

Trong phạm vi giáo trình này chỉ thiết lập biểu đồ trạng thái cho cơ cấu chấp hành là xi lanh, trong thực tế đôi khi người ta lập tổ hợp biểu đồ trạng thái cho các phần tử khác trong mạch.

### 5.2.2. Sơ đồ chức năng:

Ngoài biểu đồ trạng thái, trong kỹ thuật điều khiển người ta thường dùng sơ đồ chức năng để mô tả quá trình điều khiển. Theo tiêu chuẩn DIN 40719 của Cộng Hoà Liên Bang Đức qui ước một sơ đồ chức năng bao gồm các bước thực hiện và các lệnh.

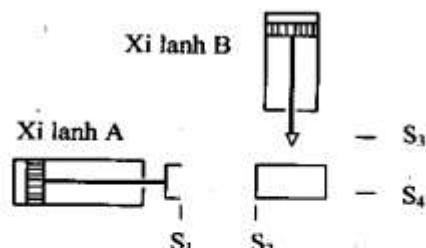
Các bước thực hiện được kí hiệu theo số thứ tự, và các lệnh gồm tên lệnh, loại lệnh và vị trí ngắt của lệnh (hình 5.3).



Hình 5.3: Kí hiệu các bước và lệnh thực hiện của sơ đồ chức năng

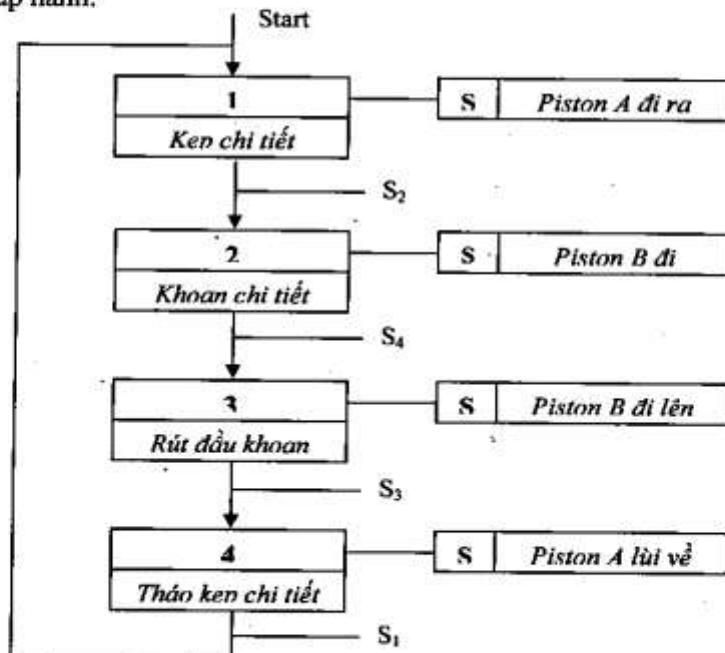
Ví dụ 5.2: Lập sơ đồ chức năng mô tả qui trình hoạt động của một thiết bị khoan được dẫn động bằng 2 xi lanh khí nén A và B có chu trình làm việc như sau:

Sau khi nhấn nút Start, xi lanh A đi ra kẹp chặt chi tiết. Sau đó xi lanh B đi xuống để khoan chi tiết, khoan hết hành trình xi lanh B rút về, sau đó xi lanh A rút về để tháo chi tiết và kết thúc một chu trình làm việc của thiết bị (hình 5.4)



Hình 5.4: Sơ đồ hoạt động thiết bị khoan

Hình 5.5 biểu diễn sơ đồ chức năng của thiết bị khoan với tín hiệu ra của lệnh trực tiếp tác động lên cơ cấu chấp hành.



Hình 5.5: Sơ đồ chức năng của thiết bị khoan

### 5.2.3. Qui ước biểu diễn sơ đồ mạch khí nén

#### a) Kí hiệu các phần tử trong sơ đồ mạch

Hiện nay chưa có một qui ước thống nhất về cách ký hiệu các phần tử trên sơ đồ mạch khí nén mà vẫn tồn tại hai cách ký hiệu bằng số và bằng chữ.

- **Kí hiệu bằng số:** Các phần tử trong mạch được đánh số theo chuỗi điều khiển, cụ thể:

- Dùng các số 1.0, 2.0, 3.0...biểu diễn các phần tử chấp hành như xi lanh, động cơ

- Dùng các số 1.1, 2.1, 3.1...biểu diễn các phần tử điều khiển

- Dùng các số 1.2, 1.4, 2.2, 2.4...biểu diễn các phần tử tín hiệu

- **Kí hiệu bằng chữ:** Cách ký hiệu này đơn giản và phổ biến hơn

Các xi lanh ký hiệu bằng các chữ cái in hoa: A, B, C,... Các phần tử tín hiệu (công tắc hành trình, nút nhấn...) ký hiệu bằng các chữ thường: a, b, c,... hoặc các ký hiệu S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>...

#### b) Biểu diễn trạng thái các phần tử

Qui ước biểu diễn các phần tử ở trạng thái chưa bị tác động, ngoại trừ các thiết bị ban đầu đang ở trạng thái chuyển mạch giới hạn thì vẽ thêm ký hiệu đang bị tác động. Chẳng hạn như các công tắc hành trình đang bị tác động ở trạng thái ban đầu mặc dù chưa nhấn nút Start.

#### c) Kí hiệu đường ống

Đường ống khí nén vẽ bằng các đoạn thẳng, hạn chế giao nhau giữa các đường ống. Đường ống dẫn động lực được vẽ bằng nét liền, đường ống điều khiển vẽ bằng nét đứt.

Các ví sau sẽ minh họa cho các qui ước này

## 5.3. THIẾT KẾ MẠCH ĐIỀU KHIỂN BẰNG KHÍ NÉN:

Hiện nay có nhiều cách phân loại các phương pháp điều khiển trong các mạch khí nén. Dựa vào tính chất của tín hiệu điều khiển ta có thể phân thành các dạng điều khiển như sau:

- Điều khiển bằng tay
- Điều khiển tự động theo hành trình
- Điều khiển tự động theo thời gian
- Điều khiển tự động theo áp suất
- Điều khiển theo tầng
- Điều khiển theo nhịp

Sau đây sẽ lần lượt khảo sát lần lượt từng phương pháp điều khiển.

### 5.3.1. Điều khiển bằng tay:

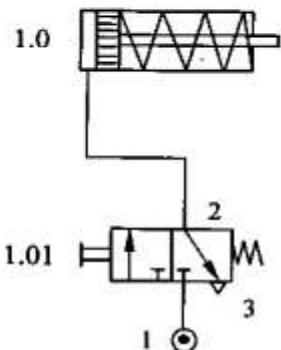
Điều khiển bằng tay được ứng dụng phần lớn trong những mạch điều khiển bằng khí nén đơn giản như các mạch dùng gá kẹp chi tiết, đóng mở cửa... chủ yếu sử dụng 2 thao tác tương ứng với các nút nhấn On/Off.

Ta có thể phân điều khiển bằng tay thành 2 dạng:

- Điều khiển trực tiếp
- Điều khiển gián tiếp.

**a) Điều khiển trực tiếp:**

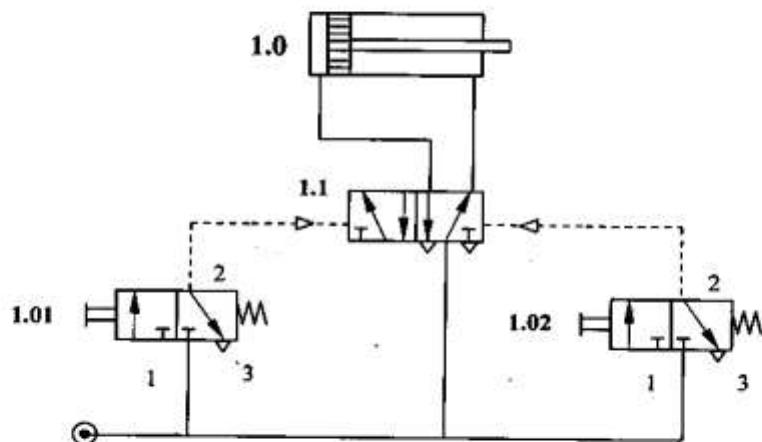
Mạch gồm một xi lanh tác động đơn và một van đảo chiều 3/2. Cả 2 chức năng đưa tín hiệu và xử lý tín hiệu đều do van 3/2 đảm nhận (hình 5.6)



*Hình 5.6: Sơ đồ mạch khi nén điều khiển trực tiếp 1 xi lanh*

**b) Điều khiển gián tiếp:**

Khi tác động vào nút nhấn 1.01 hoặc 1.02, tín hiệu điều khiển bằng khí nén được kích vào 2 phía van đảo chiều 1.1 van này sẽ thực hiện việc cấp dòng khí nén cho xi lanh 1.0 để piston đi ra hoặc lùi về (hình 5.7)



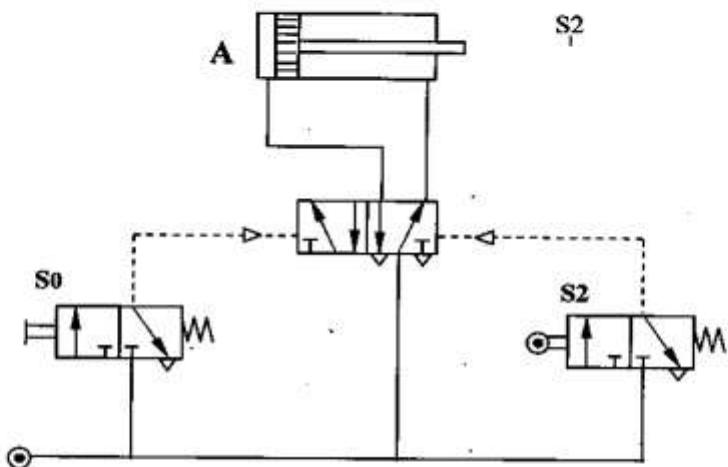
*Hình 5.7: Sơ đồ mạch điều khiển gián tiếp 1 xi lanh*

**5.3.2. Điều khiển tùy động theo hành trình:**

Cơ sở của phương pháp này là vị trí của công tắc hành trình. Tuỳ thuộc vào vị trí đặt các công tắc hành trình nó sẽ ảnh hưởng đến hoạt động của cơ cấu chấp hành hoặc việc phát các tín hiệu điều khiển.

a) *Mạch điều khiển tùy động 1 xi lanh*

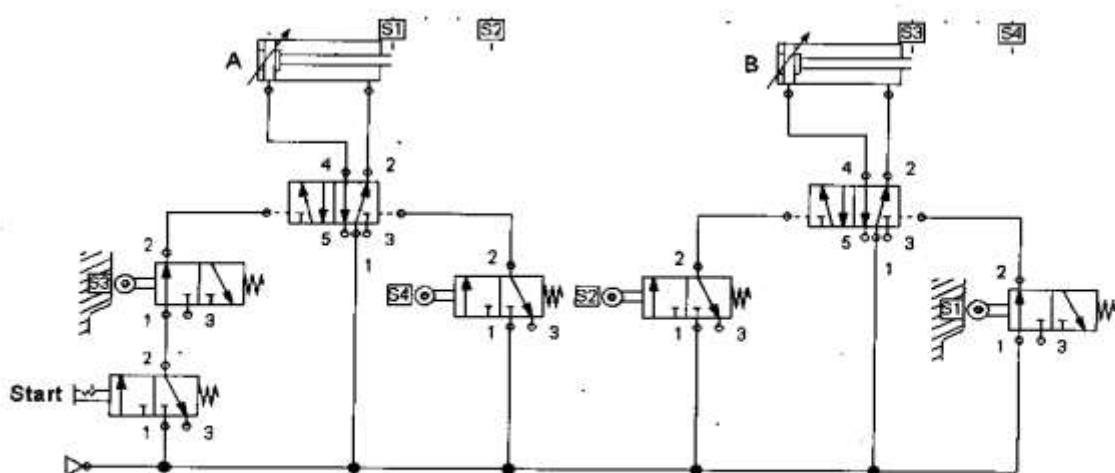
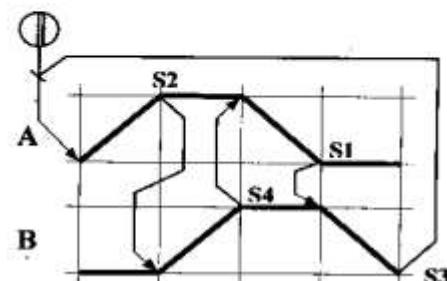
Hình 5.8 là sơ đồ mạch điều khiển tự động theo hành trình với một xi lanh. Vị trí đặt công tắc hành trình S2 sẽ quyết định hành trình ra của piston A.



Hình 5.8: Điều khiển tự động theo hành trình với 1 xi lanh

b) *Mạch điều khiển tùy động 2 xi lanh*

Ví dụ 5.3: Hình 5.9 thể hiện biểu đồ trạng thái và sơ đồ mạch điều khiển khí nén, điều khiển 2 xi lanh A và B bằng phương pháp điều khiển tùy động theo hành trình.

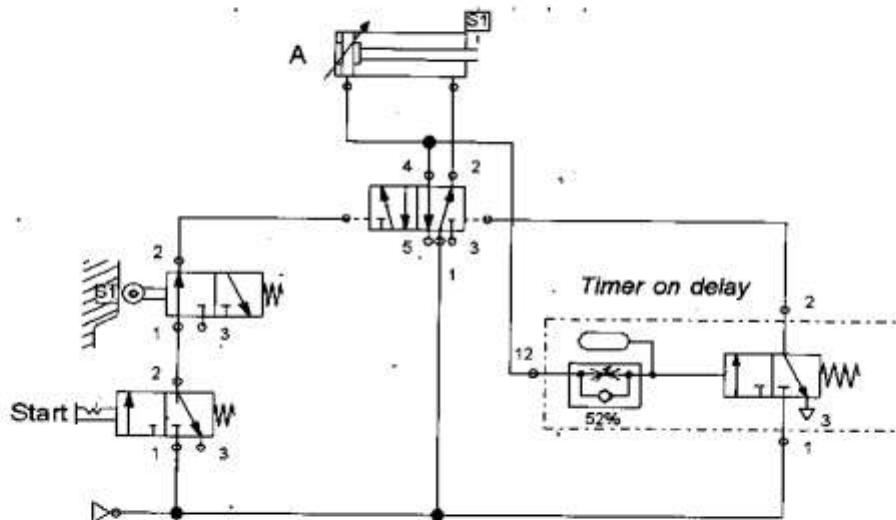


Hình 5.9: Điều khiển tự động theo hành trình điều khiển 2 xi lanh

### 5.3.3. Điều khiển tùy động theo thời gian:

Cơ sở của phương pháp này là việc điều chỉnh thời gian tác động  $t$  của phần tử thời gian (timer delay).

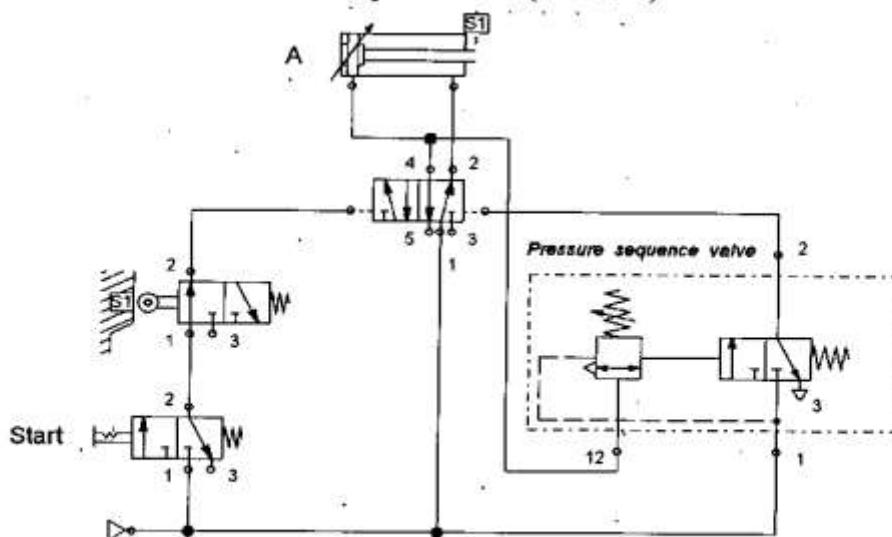
Mạch biểu diễn ở hình 5.10 thể hiện một ví dụ ứng dụng phương pháp điều khiển tùy động theo thời gian. Theo đó khi ta nhấn nút S1 xi lanh sẽ đi ra. Kể từ khi piston A di ra, tín hiệu khí nén kích hoạt cửa nối 12 của timer, sau một thời gian  $t$  cửa ra 2 của timer sẽ có tín hiệu tác động vào phía phải van đảo chiều 5/2 kết quả piston sẽ rút về.



Hình 5.10: Điều khiển tùy động theo thời gian với 1 xi lanh

### 5.3.4. Điều khiển tùy động theo áp suất:

Kể từ khi piston A di ra sẽ có tín hiệu khí nén kích hoạt vào cửa 12 của van điều chỉnh áp suất. Khi áp suất kích hoạt đạt giá trị cho trước, tại cửa 2 của van này sẽ có tín hiệu tác động vào phía phải van đảo chiều 5/2 điều khiển piston rút về (hình 5.11).



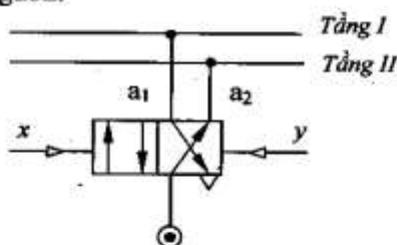
Hình 5.11: Mạch điều khiển tùy động theo áp suất

### 5.3.5. Điều khiển theo tầng:

Điều khiển theo tầng là bước hoàn thiện của điều khiển tự động theo hành trình. Nguyên tắc thiết kế mạch điều khiển theo tầng là chia các bước thực hiện có cùng chức năng thành từng tầng riêng, với nguyên tắc các chữ cái (ký hiệu xilanh) cùng nhau không xuất hiện trong cùng 1 tầng. Ví dụ tầng 1 chỉ có thể là A+, B+, C+ chứ không thể là A+, A- ...

Cơ sở của phương pháp điều khiển theo tầng là việc xác định các phần tử nhớ hay còn gọi là van đảo tầng (thường dùng van 4/2 hoặc 5/2) và các tín hiệu kích hoạt các phần tử này.

Mạch điều khiển được chia thành  $n$  tầng sẽ có  $n - 1$  van đảo tầng. Chẳng hạn theo sơ đồ ở hình 5.12, mạch điều khiển gồm 2 tầng sẽ cần 1 van đảo tầng 4/2 với 2 tín hiệu điều khiển vào  $x$ ,  $y$ . Như vậy khi tầng I được cấp nguồn thì tầng II sẽ bị khoá và ngược lại. Sẽ không tồn tại trạng thái cả 2 tầng cùng được cấp nguồn.



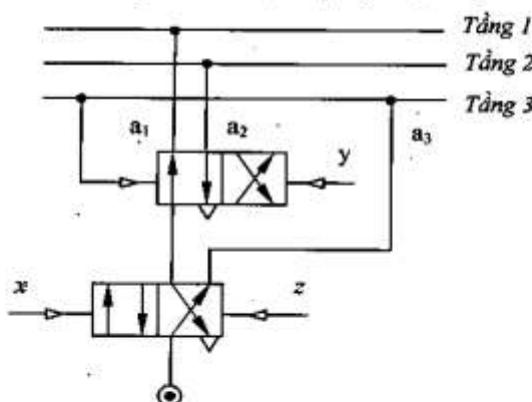
Hình 5.12: Mạch điều khiển 2 tầng

Tương tự với mạch điều khiển 3 tầng ta sẽ cần 2 van đảo tầng, các tín hiệu điều khiển tầng và các tín hiệu ra của van đảo tầng cho mạch 3 tầng thể hiện ở hình 5.13.

Khi có tín hiệu điều khiển  $x$ , tầng thứ 1 được cấp nguồn, tầng thứ 2 và 3 bị khoá.

Khi có tín hiệu điều khiển  $y$  tầng thứ 2 được cấp nguồn, tầng thứ 1 và 3 bị khoá.

Khi có tín hiệu điều khiển  $z$  tầng thứ 3 được cấp nguồn, tầng thứ 1 và 2 bị khoá.



Hình 5.13: Mạch điều khiển 3 tầng

Tóm lại khi thực hiện phương pháp điều khiển theo tầng, ta tiến hành theo 3 bước:

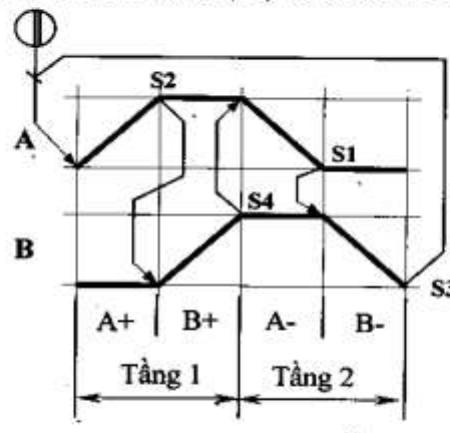
- Bước 1: Thực hiện phân tầng điều khiển
- Bước 2: Xác định số van đảo tầng. Mạch có  $n$  tầng cần  $n - 1$  van đảo tầng.
- Bước 3: Xác định các tín hiệu điều khiển van đảo tầng và hoàn chỉnh sơ đồ mạch.

Ví dụ 5.4: Dùng phương pháp điều khiển theo tầng thiết kế mạch điều khiển 2 xi lanh A và B theo chu trình nêu ở Ví dụ 5.4

- Bước 1: Thực hiện việc phân tầng điều khiển như sơ đồ hình 5.13. Kết quả được 2 tầng:

Tầng 1 gồm tín hiệu cho xi lanh A di ra (A+) và xi lanh B di ra (B+).

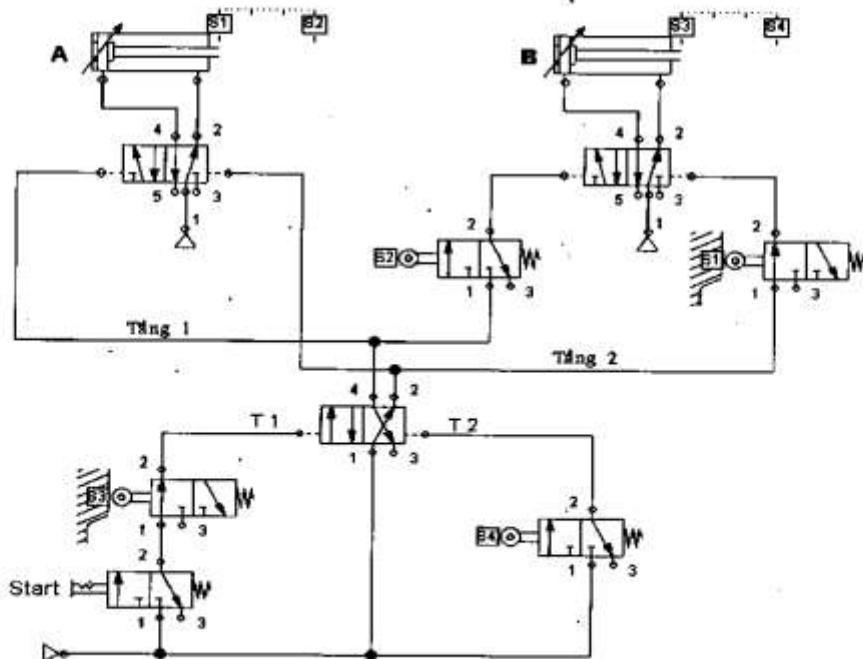
Tầng 2 gồm tín hiệu cho xi lanh A rút về (A-) và xi lanh B rút về (B-)



Hình 5.14: Biểu đồ trạng thái và cách phân tầng

- Bước 2: Xác định số van đảo tầng. Mạch có số tầng  $n=2$  nên sẽ có số van đảo tầng là  $n-1=1$  như vậy ta chỉ cần 1 van đảo tầng.

- Bước 3: Xác định các tín hiệu điều khiển van đảo tầng và hoàn chỉnh mạch điều khiển, kết quả như trên hình 5.15.



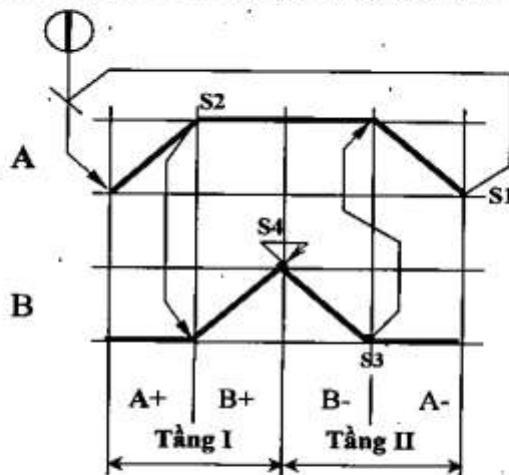
Hình 5.15: Sơ đồ mạch điều khiển 2 xi lanh bằng khí nén

Ví dụ 5.5: Thiết kế mạch điều khiển thiết bị gia công chi tiết, điều khiển 2 xi lanh A và B bằng khí nén có chu trình làm việc như đã nêu trong ví dụ 5.2 (mục 5.1.2)

- Bước 1: Thực hiện việc phân tầng điều khiển như sơ đồ hình 5.16. Kết quả được 2 tầng:

Tầng 1 gồm tín hiệu cho xi lanh A đi ra (A+) và xi lanh B đi ra (B+).

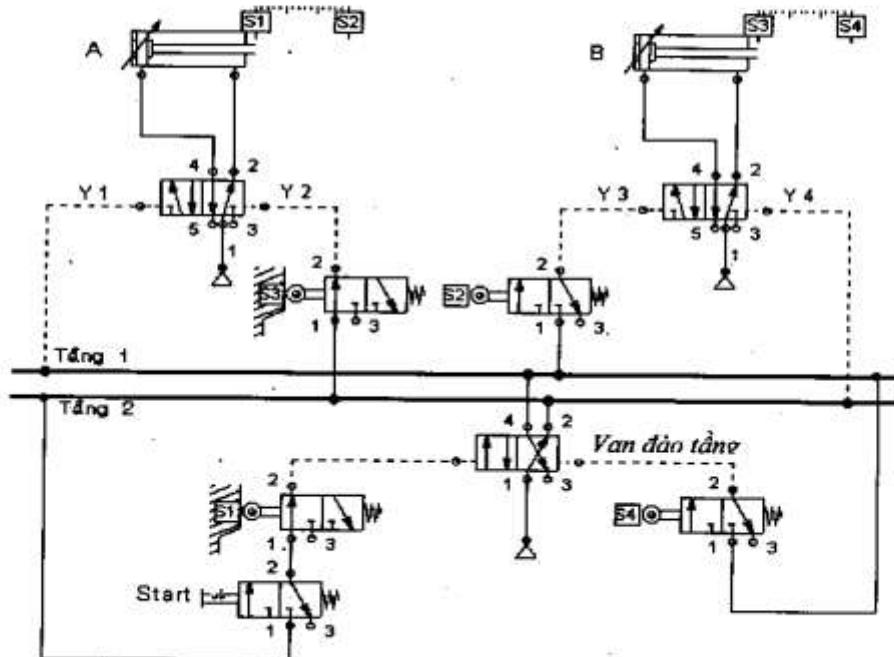
Tầng 2 gồm tín hiệu cho và xi lanh B rút về (B-) và xi lanh A rút về (A-)



Hình 5.16: Biểu đồ trạng thái và cách phân tầng

- Bước 2: Xác định số van đảo tầng. Tương tự ví dụ 6.4 mạch cần 1 van đảo tầng.

- Bước 3: Xác định các tín hiệu điều khiển van đảo tầng và hoàn chỉnh mạch điều khiển, kết quả như trên hình 5.17.



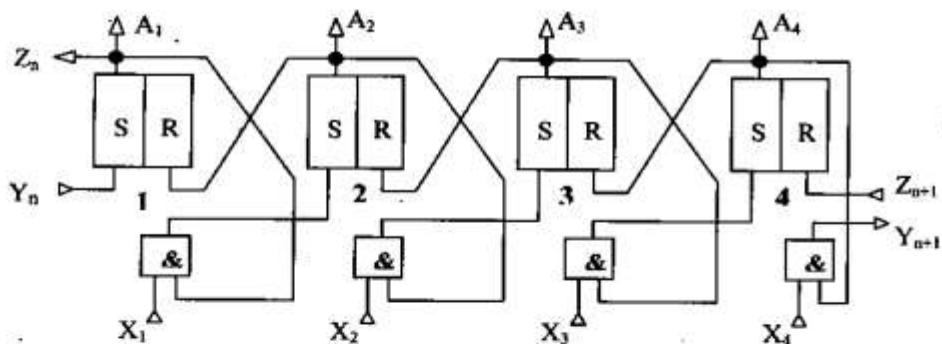
Hình 5.17: Sơ đồ mạch khí nén điều khiển theo tầng 2 xi lanh A và B

### 5.3.6. Điều khiển theo nhịp:

Điều khiển theo nhịp thực hiện theo nguyên tắc tuần tự. Khi các lệnh trong một nhịp thực hiện xong, sẽ thông báo cho nhịp tiếp theo, đồng thời sẽ xoá lệnh nhịp thực hiện trước đó.

Cơ sở của phương pháp điều khiển theo nhịp là các khối điều khiển (Block). Hình 5.18 thể hiện nguyên lý mạch logic của một chuỗi điều khiển theo nhịp với 4 khối (đánh số theo thứ tự từ 1 đến 4).

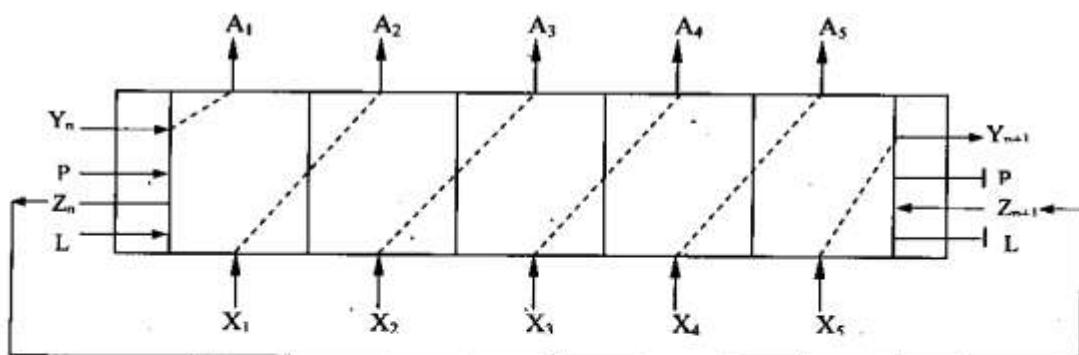
Theo sơ đồ: khi có tín hiệu tác động vào  $Y_n$  (chẳng hạn như tín hiệu khởi động) sẽ cho tín hiệu điều khiển ra  $A_1$  (giá trị L). Đồng thời sẽ tác động vào nhịp trước  $Z_{n-1}$  để xoá lệnh thực hiện trước đó. Đồng thời sẽ chuẩn bị cho nhịp tiếp theo cùng với tín hiệu vào  $X_1$ .



Hình 5.18 : Mạch logic chuỗi điều khiển nhịp theo DIN 40-700

Để biểu diễn đơn giản chuỗi điều khiển theo nhịp người ta dùng sơ đồ qui ước như hình 6.18, nhịp thứ nhất  $Z_n$  được xoá bằng nhịp cuối cùng  $Z_{n+1}$ .

- $X_n$  : Tín hiệu vào (từ công tắc hành trình, cảm biến...)
- $Z_n$  : Tín hiệu tác động
- $A_n$  : Tín hiệu ra

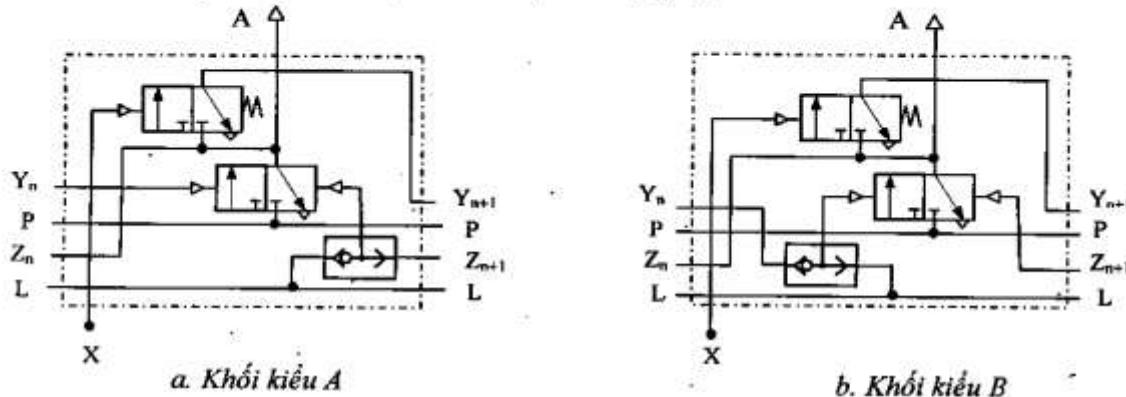


Hình 5.19: Biểu diễn đơn giản chuỗi ĐK theo nhịp

Trong thực tế thường có 2 dạng khối điều khiển theo nhịp: loại kí hiệu A và loại kí hiệu B

- **Loại kí hiệu A** (hình 6.20a): Khi công  $Y_n$  được SET (có giá trị L), van đảo chiều (phản tử nhớ) đổi trạng thái, tín hiệu ở công A có giá trị 1, chuẩn bị cho nhịp tiếp theo (thông qua phần tử AND của tín hiệu X), và RESET phần tử nhớ của nhịp trước.

- **Loại kí hiệu B** (hình 5.20b): loại này thường đặt ở vị trí cuối cùng trong chuỗi điều khiển theo nhịp. Khác với kiểu A, kiểu B phản từ OR nối với công Yn. Khi công L được cấp nguồn thì toàn bộ các khối của chuỗi điều khiển (trừ khối cuối cùng) sẽ trở về vị trí ban đầu. Như vậy khối kiểu B có chức năng như là điều kiện để chẩn bị khởi động mạch.



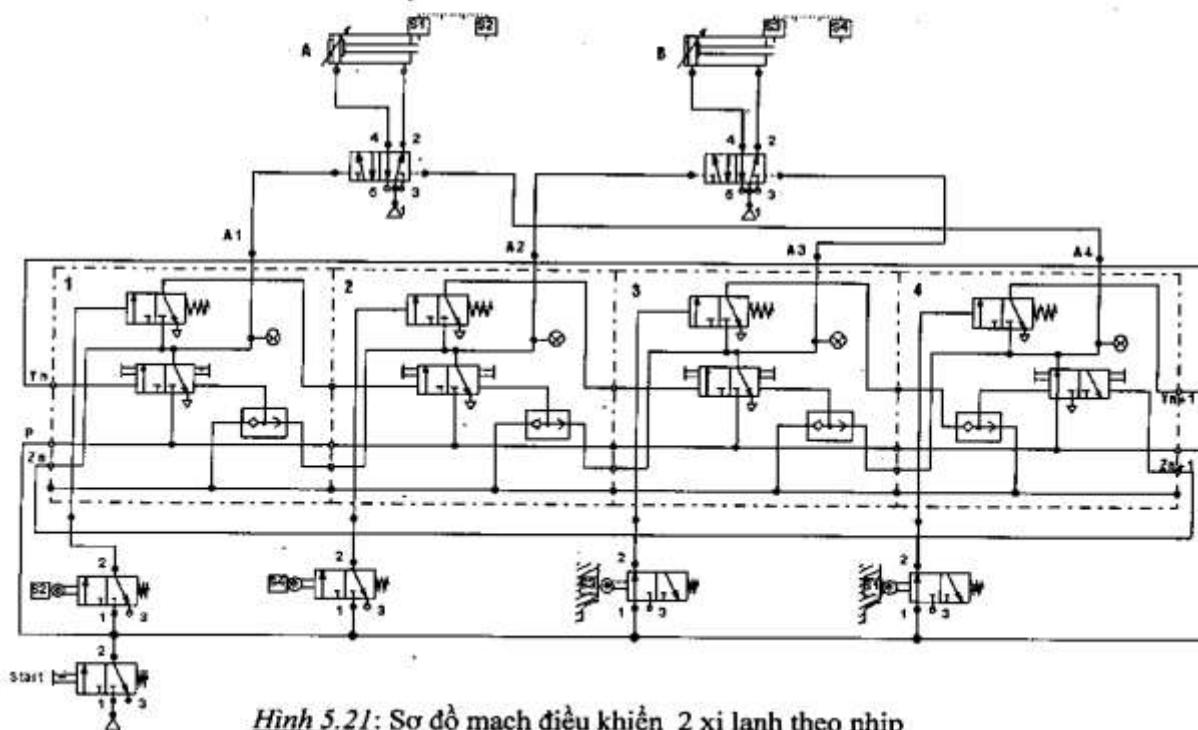
Hình 5.20: Các loại khối điều khiển theo nhịp

Ví dụ 5.6: Lập sơ đồ mạch điều khiển khí nén bằng phương pháp điều khiển theo nhịp đối với thiết bị khoan gồm 2 xi lanh A và B dẫn động bằng khí nén, như đã nêu trong ví dụ 5.2

- Từ điều kiện đã cho ta lập được biểu đồ trạng thái (hình 5.16)
- Từ biểu đồ trạng thái ta lập được qui trình thực hiện cho các nhịp như sau:

Nhịp thực hiện:	1	2	3	4
Trạng thái piston:	A+	B+	B-	A-
Vị trí hành trình:	S <sub>2</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>1</sub>

- Sơ đồ mạch điều khiển như hình 5.21



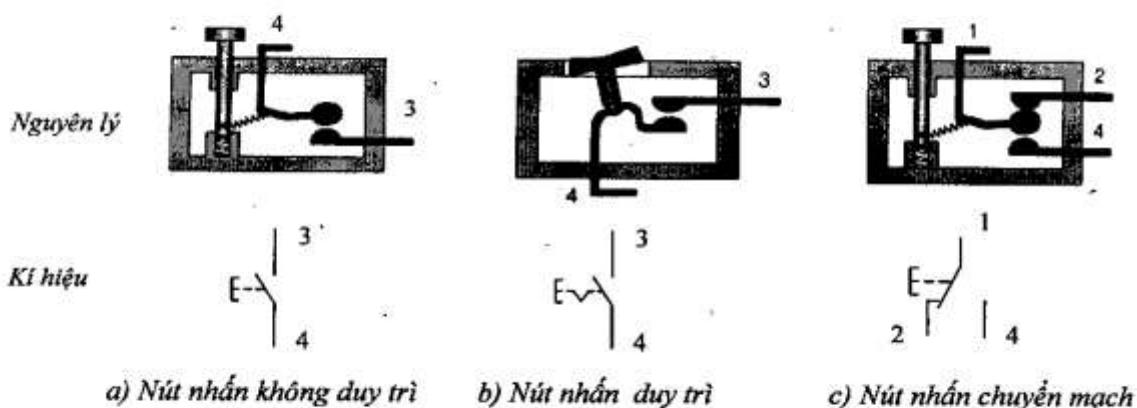
Hình 5.21: Sơ đồ mạch điều khiển 2 xi lanh theo nhịp

## 5.4. CÁC PHẦN TỬ ĐIỆN VÀ ĐIỆN - KHÍ NÉN:

### 5.3.1. Các phần tử điện:

#### a) Nút nhấn

Nút nhấn hoặc công tắc thuộc nhóm các phần tử đưa tín hiệu. Thông thường có 3 dạng nút nhấn (thường mở): nút nhấn không duy trì (hình 5.22a), nút nhấn duy trì (hình 5.22b) và nút nhấn chuyển mạch (hình 5.22c)

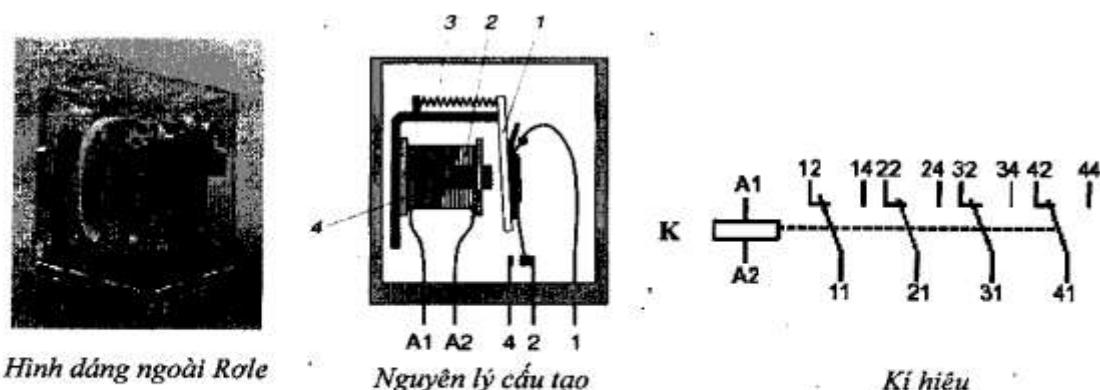


Hình 5.22: Nguyên lý và kí hiệu các dạng nút nhấn trên sơ đồ

#### b) Role điện tử

Trong các mạch điều khiển, role được xem như phần tử xử lý tín hiệu. Trong thực tế có nhiều loại role khác nhau như role đóng mở mạch, role điều khiển, role thời gian tác động muộn, role thời gian nhả muộn...

Trong các hệ thống điều khiển bằng khí nén hầu hết đều sử dụng các loại role đóng mở mạch. Hình 5.23 nêu hình dạng ngoài, nguyên lý cấu tạo và kí hiệu loại role đóng mở mạch.

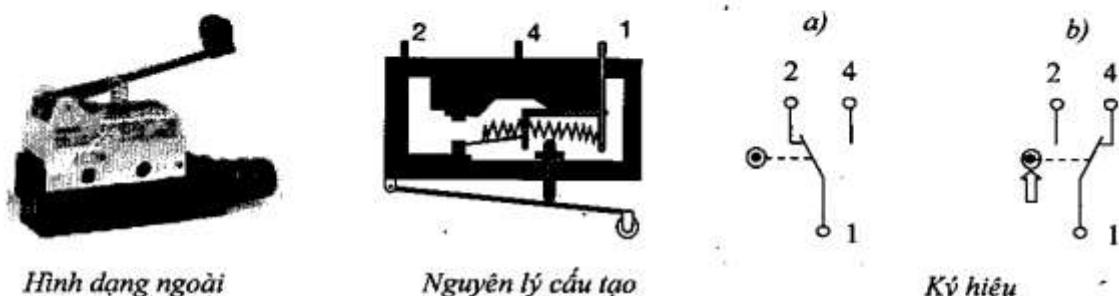


Hình 5.23: Role điện tử

### c) Công tắc hành trình

#### • Công tắc hành trình điện-cơ

Hình dạng ngoài, nguyên lý hoạt động và kí hiệu công tắc hành trình điện-cơ thể hiện trên hình 5.24. Khi con lăn chạm cù hành trình thì tiếp điểm 1 nối với 4.



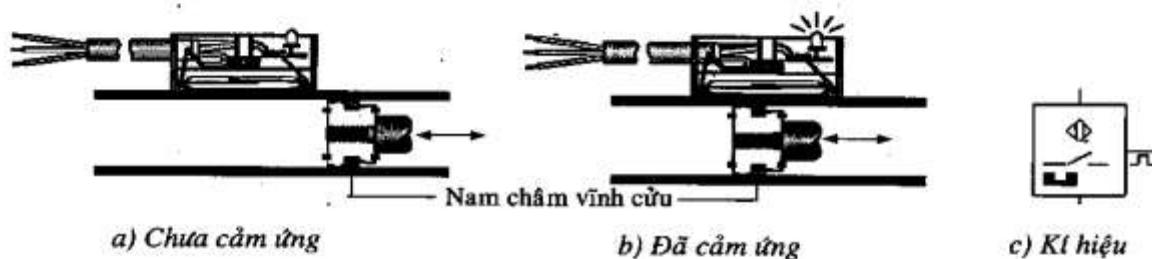
Hình 5.24: Công tắc hành trình điện - cơ

- a) Thường đóng (2-4) khi không có tác động
- b) Khi bị tác động

Cần lưu ý các trạng thái của công tắc hành trình trên sơ đồ như đã nêu ở hình 7.2a và 7.2b.

#### • Công tắc hành trình nam châm

Công tắc hành trình nam châm thuộc dạng công tắc hành trình không tiếp xúc, nó giống như một cảm biến cảm ứng từ. Nguyên lý hoạt động được thể hiện trên hình 5.25a và 5.25b.



Hình 5.25: Công tắc hành trình nam châm

### d) Cảm biến

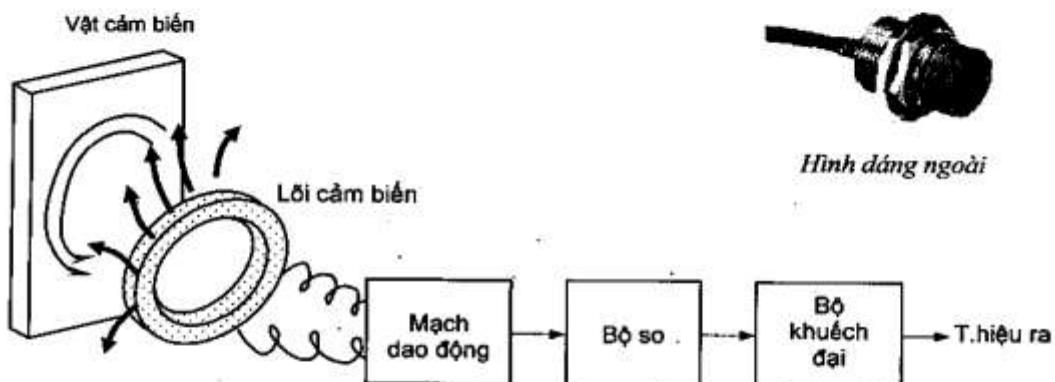
Phần tử cảm biến sử dụng khá phổ biến trong các hệ thống điều khiển bằng khí nén. Chúng có nhiều đặc điểm nổi bật: phát hiện vật không cần tiếp xúc; tốc độ đáp ứng nhanh; kích thước nhỏ gọn nên có thể lắp ở mọi địa hình. Đặc biệt có thể sử dụng trong các môi trường khắc nghiệt (nhiệt độ cao, ngâm trong nước...).

Trong các hệ thống khí nén ta thường gặp các dạng cảm biến sau:

- Cảm biến cảm ứng từ (*Inductive sensor*)
- Cảm biến điện dung (*Capacitive sensor*)
- Cảm biến quang (*Optical sensor*)

- **Cảm biến cảm ứng từ (Inductive sensor)**

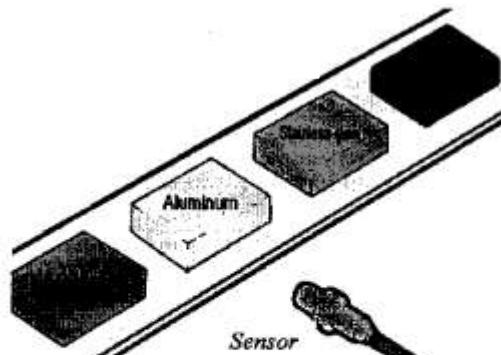
Nguyên lý hoạt động của một cảm biến cảm ứng từ thể hiện trên hình 5.26. Khi tương tác với vật thể bằng kim loại (trong vùng đường sức từ của lõi cảm biến), sẽ làm thay đổi từ trường do cuộn dây của sensor tạo ra. Năng lượng biến thiên này qua bộ so, bộ khuếch đại tín hiệu rồi đưa đến bộ xử lý.



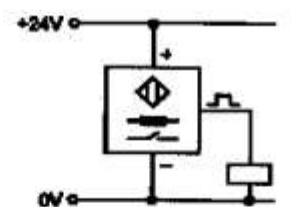
Hình 5.26: Nguyên lý hoạt động cảm biến cảm ứng từ

Loại cảm biến này chỉ phát hiện các vật bằng kim loại. Trong thực tế người ta đã sản xuất ra các loại cảm biến cảm ứng từ có thể chỉ phân biệt một số kim loại (loại E2EY của Hãng Omron chỉ phát hiện ra nhôm, đồng)

Loại cảm biến này được sử dụng khá phổ biến trong các hệ thống điều khiển tự động. Hình 5.27 trình bày sơ đồ đấu dây và ứng dụng của cảm biến cảm ứng từ trong việc phát hiện kim loại.



Phát hiện các tấm kim loại



Ki hiệu & cách nối dây



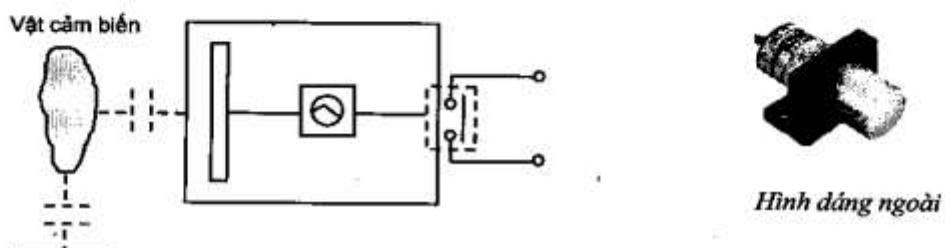
Phát hiện vị trí đầu piston

Hình 5.27: Ứng dụng cảm biến cảm ứng từ

- **Cảm biến điện dung (Capacitive sensor)**

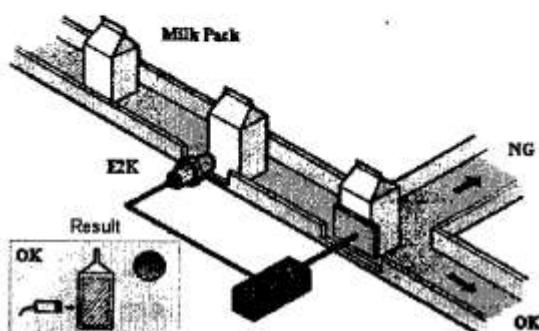
Nguyên lý hoạt động của cảm biến điện dung cũng tương tự như cảm biến cảm ứng từ. Điểm khác biệt cơ bản là cảm biến điện dung phát hiện vật theo nguyên tắc tĩnh điện, tức là sự thay đổi điện dung giữa vật cảm biến và đầu sensor.

Hình 5.28 thể hiện nguyên lý làm việc và hình dáng ngoài của cảm biến điện dung.

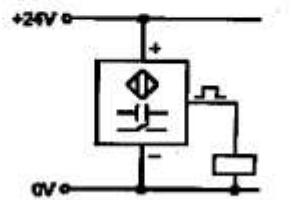


Hình 5.28: Nguyên lý hoạt động cảm biến điện dung

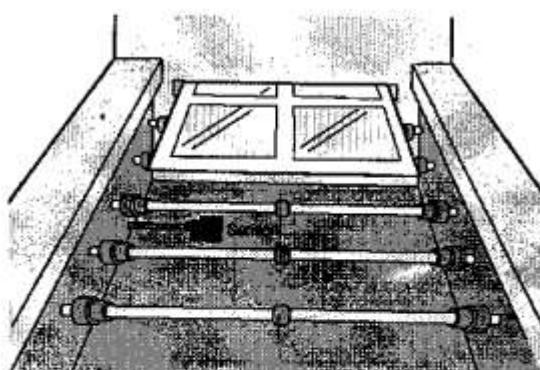
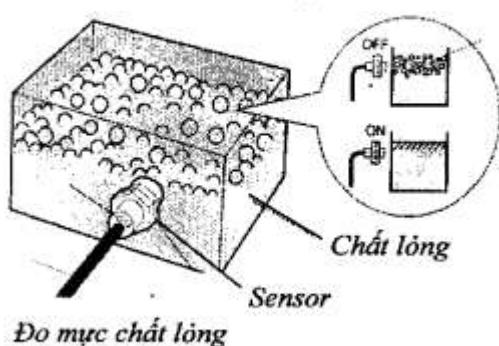
Loại cảm biến này được sử dụng rất rộng rãi trong kỹ thuật. Nó có thể được dùng để phát hiện các vật (kim loại và phi kim loại), đo mực nước trong bồn, xác định vị trí đầu piston, sản phẩm trên băng tải...



*Phát hiện dung dịch bên trong hộp*



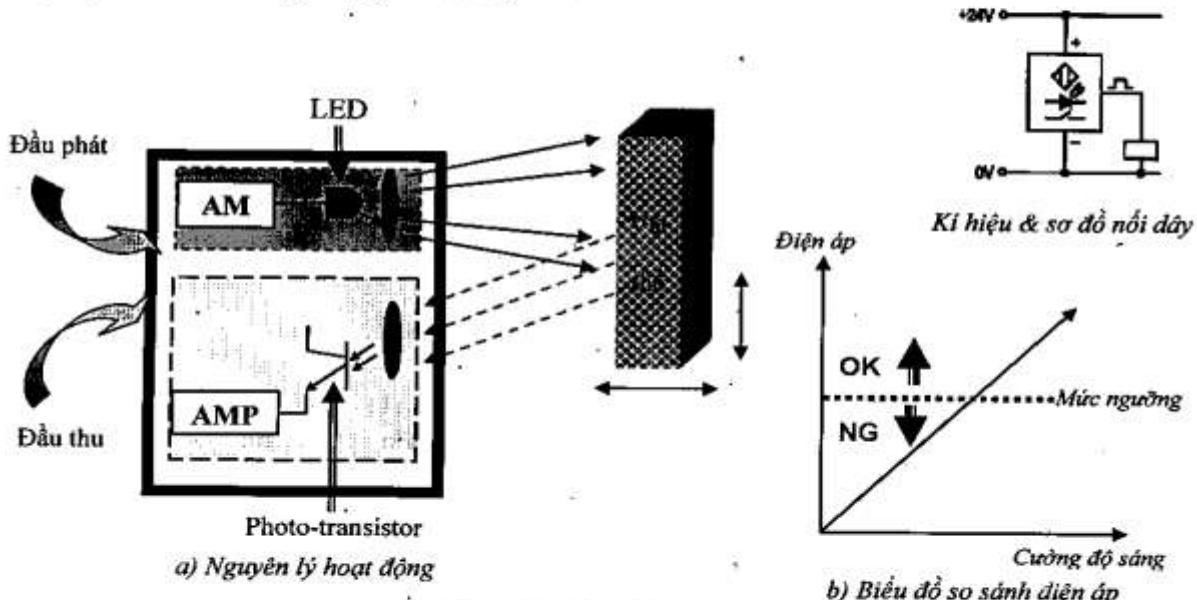
*Kí hiệu & cách nối dây*



Hình 5.29: Ứng dụng cảm biến điện dung

- **Cảm biến quang (Optical sensor)**

Nguyên lý hoạt động của cảm biến quang được thể hiện trên hình 5.30a. Nó gồm 2 bộ phận: bộ phận phát và bộ phận thu. Bộ phận phát phát đi tia hồng ngoại thông qua một diode phát quang. Khi gặp vật chắn tia hồng ngoại sẽ phản hồi về bộ phận thu. Lượng ánh sáng nhận về sẽ được chuyển tỉ lệ thành tín hiệu điện áp (hoặc dòng điện), sensor xuất tín hiệu ra báo có vật nếu mức điện áp lớn hơn mức ngưỡng (hình 5.30b)

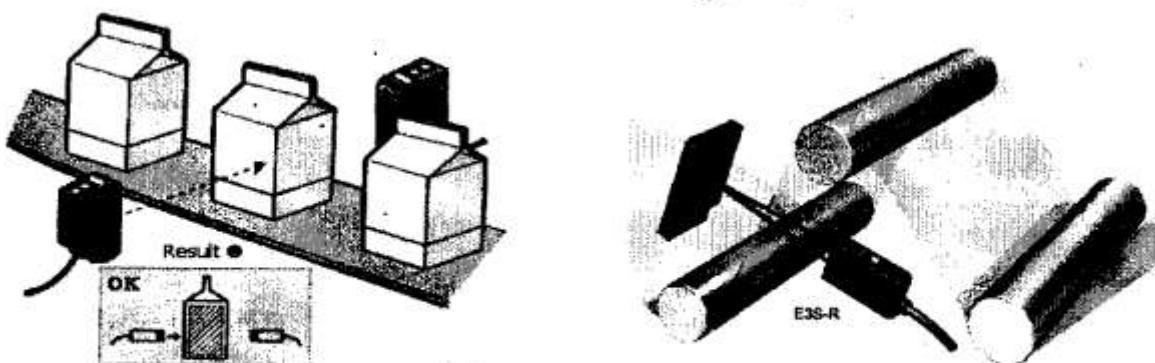


Hình 5.30: Cảm biến quang

Dựa vào cấu tạo bộ thu/phát quang, ta có các dạng cảm biến quang:

- Cảm biến quang với bộ thu phát độc lập (*Through Beam*),
- Cảm biến quang với bộ thu phát chung (*Retro Reflective*)
- Cảm biến quang với bộ thu phát khuyếch tán (*Diffuse Reflective*)
- Cảm biến quang phản xạ giới hạn (*Limited Reflective*)

Hình 5.30 là ứng dụng của cảm biến quang trong các dây chuyền sản xuất.



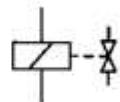
Bộ thu/ phát độc lập, phát hiện sữa/nước trái cây đóng hộp

Bộ thu/ phát chung, phát hiện vật trong suốt (*Transparent Film*)

Hình 5.31: Ứng dụng cảm biến quang

### 5.3.2. Van điện từ (van tác động bằng nam châm điện):

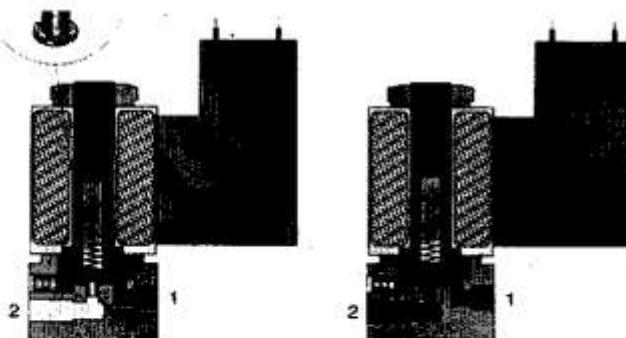
Tương tự các loại van tác động bằng khí nén, van tác động bằng nam châm điện cũng có các loại tương tự như van 3/2, 4/2, 5/2 ... Trên các sơ đồ mạch khí nén, mỗi loại van điện từ đều có ký hiệu riêng tương tự như van tác động bằng khí nén, nhưng trên sơ đồ mạch điện điều khiển chúng đều có một ký hiệu chung như hình 5.32.



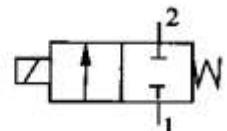
Hình 5.32: Ký hiệu van điện từ trên sơ đồ điện

#### a) Van 2/2 tác động trực tiếp bằng nam châm điện:

Loại van này thường được dùng như một nút đóng/mở các mạch khí nén. Cấu tạo và ký hiệu của nó được thể hiện trên hình 5.33



Ký hiệu trên sơ đồ KN

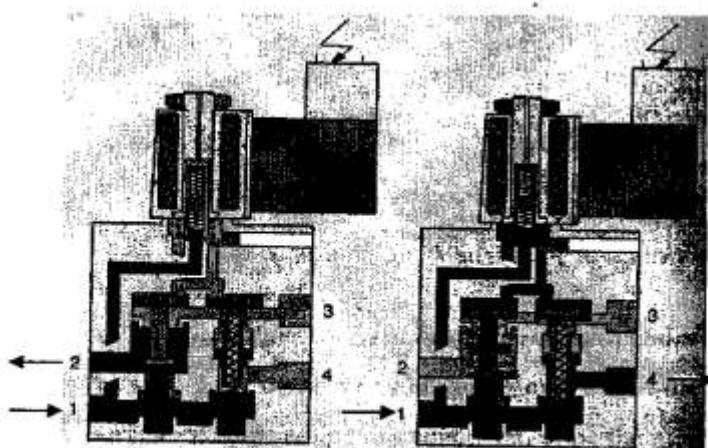


Hình 5.33: Van 2/2 tác động trực tiếp bằng NCD

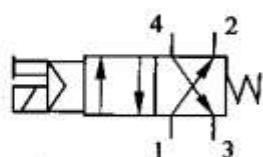
#### b) Van đảo chiều điều khiển gián tiếp bằng nam châm điện và khí nén qua van phụ trợ:

##### • Van 4/2 tác động một phía bằng nam châm điện qua van phụ trợ:

Van gồm 4 cửa nối, cấu tạo và ký hiệu van được thể hiện trên hình 5.34



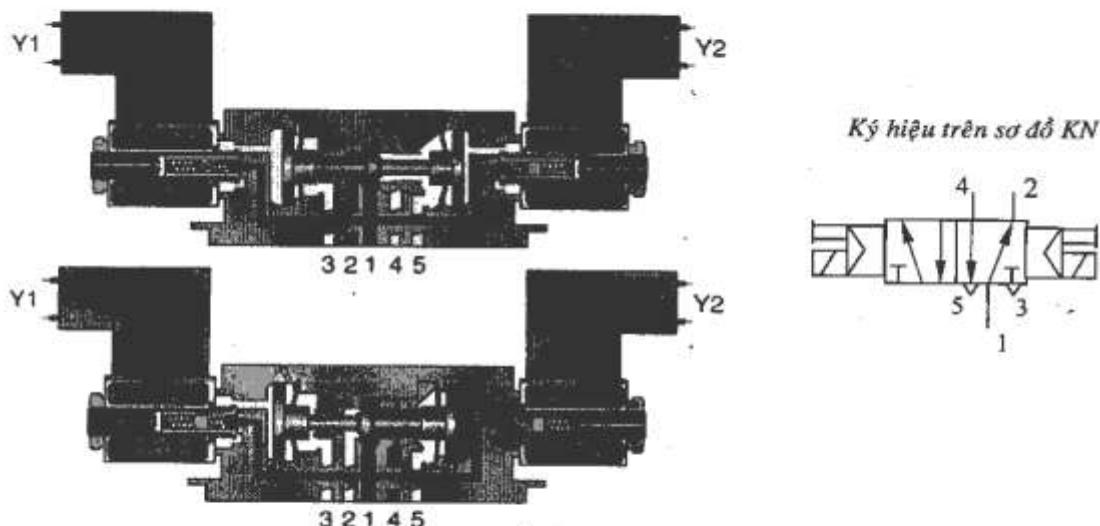
Ký hiệu trên sơ đồ KN



Hình 5.34: Van 4/2 tác động trực tiếp bằng NCD

- **Van 5/2 tác động 2 phía bằng nam châm điện qua van phụ trợ**

Tương tự van 5/2 điều khiển bằng khí nén, van 5/2 điện từ được điều khiển bằng dòng điện thông qua 2 cuộn dây đặt ở 2 đầu van. Trong thực tế người ta thường dùng nguồn điện áp 24VDC hoặc 220VAC để điều khiển (hình 5.35)



Hình 5.35 : Van 5/2 tác động bằng NCĐ qua van phụ trợ

#### 5.4. THIẾT KẾ MẠCH ĐIỀU KHIỂN ĐIỆN - KHÍ NÉN:

##### 5.4.1. Nguyên tắc biểu diễn sơ đồ mạch:

Hệ thống sơ đồ mạch điều khiển điện - khí nén bao gồm 2 sơ đồ:

- Sơ đồ mạch khí nén.
- Sơ đồ mạch điện điều khiển.

Theo trình tự khi thiết lập mạch điều khiển ta lập sơ đồ mạch khí nén trước, sau đó lập sơ đồ mạch điện điều khiển. Trong quá trình thiết lập các sơ đồ cần lưu ý các qui tắc biểu diễn sau:

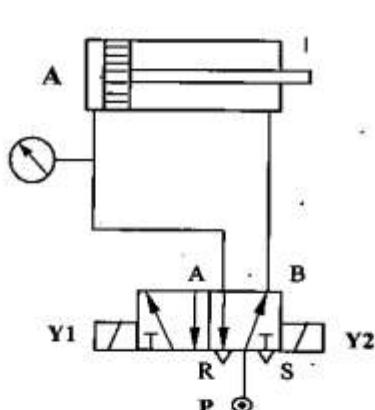
- Với sơ đồ mạch khí nén qui ước biểu diễn các phần tử như đã nêu ở phần đầu chương
- Sơ đồ mạch điện điều khiển biểu diễn các phần tử theo ký hiệu qui ước, và chúng ở trạng thái chưa bị tác động bởi tín hiệu vào.
- Mạch điện được giới hạn bởi 2 đường thẳng nằm ngang đặc trưng cho nguồn. Đường phía trên là nguồn dương (+), thông thường là 24VDC, đường phía dưới là nguồn 0V.
- Trình bày các nhánh của mạch theo chiều dòng tín hiệu từ trên xuống, từ trái qua phải
- Mạch điện gồm 2 phần, phần bên trái biểu diễn mạch điều khiển, phần bên phải biểu diễn mạch động lực.
- Sự liên hệ giữa 2 sơ đồ mạch khí nén và mạch điện điều khiển phải thông nhất kí hiệu tín hiệu ra của mạch điện điều khiển (cáp cho cuộn dây của van điện từ), với tín hiệu điều khiển của mạch khí nén.
- Với các mạch điện phức tạp, cần đánh số thứ tự cho từng nhánh trong mạch để tiện việc kiểm tra và giám sát.

### 5.4.2. Mạch điều khiển 1 xi lanh bằng điện-khí nén

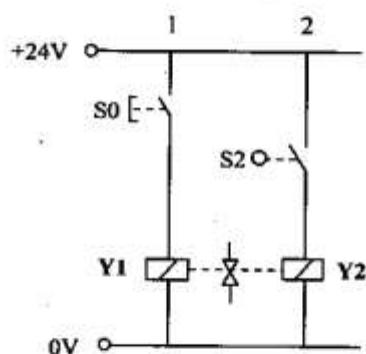
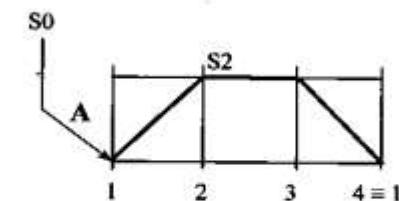
#### a) Mạch điều khiển trực tiếp

Từ biểu đồ trạng thái của xi lanh A, ta lập được sơ đồ mạch khí nén và sơ đồ mạch điện điều khiển.

Khi nhấn nút S0 sẽ cấp điện cho cuộn dây Y1, piston di ra, tác động vào công tắc hành trình S2 để cấp điện cho cuộn dây Y2 làm piston rút về.



a) sơ đồ mạch khí nén

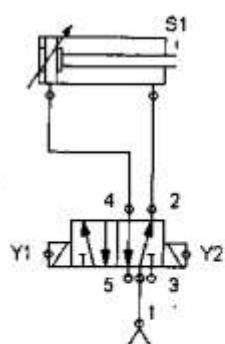


b) Mạch điện điều khiển

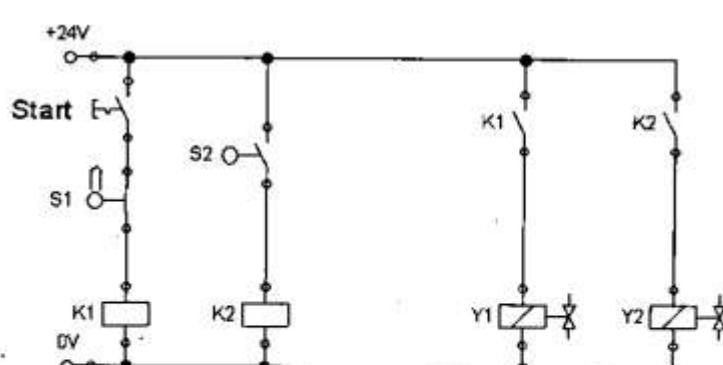
#### b) Mạch điều khiển gián tiếp 1 xi lanh

Mạch điều khiển một xi lanh tự động bằng điện - khí nén 2 công tắc hành trình điện - cơ S1, S2 và một van điện từ 5/2 tác động từ 2 phía. Ta có thể sử dụng một hoặc hai rơle cho mạch điều khiển này.

- Mạch điều khiển dùng 2 rơle K1 và K2:

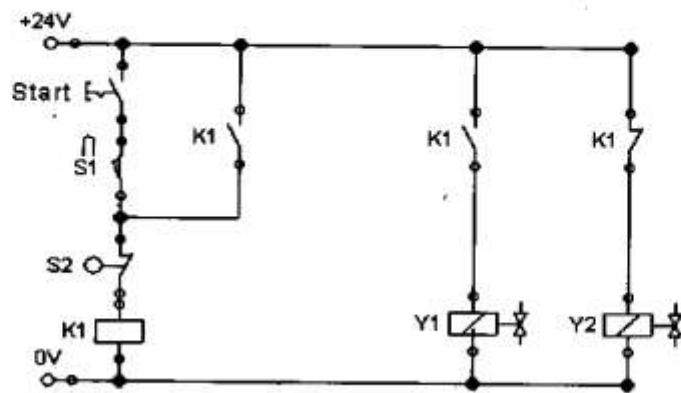


a) sơ đồ mạch khí nén



b) Mạch điện điều khiển

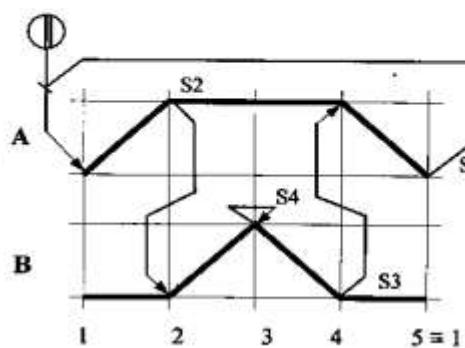
- Mạch điều khiển dùng 1 rơle K1:



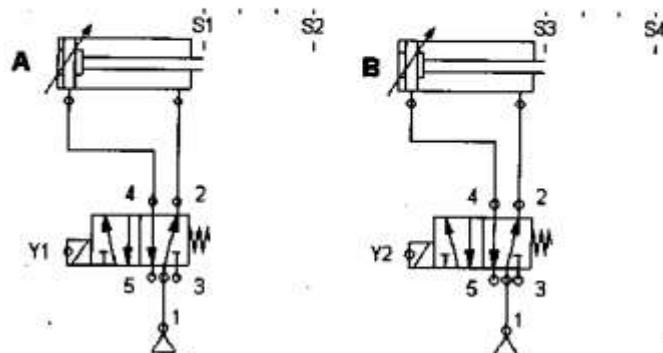
#### 5.4.3. Mạch điều khiển 2 xi lanh bằng điện-khí nén

##### a) Mạch điều khiển theo nhịp

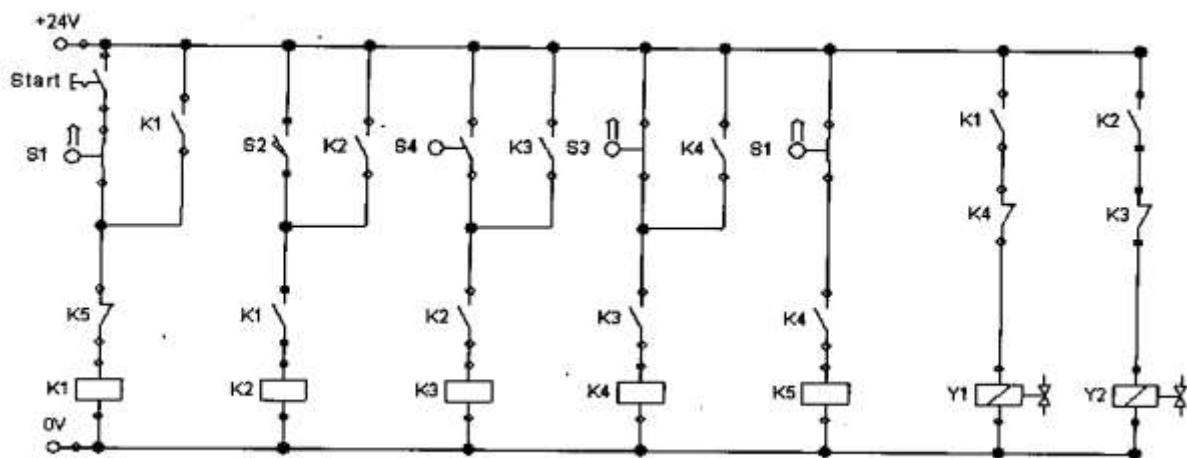
Biểu đồ trạng thái



Sơ đồ mạch khí nén



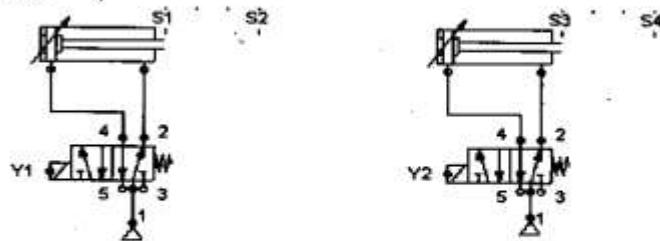
Sơ đồ mạch điện:



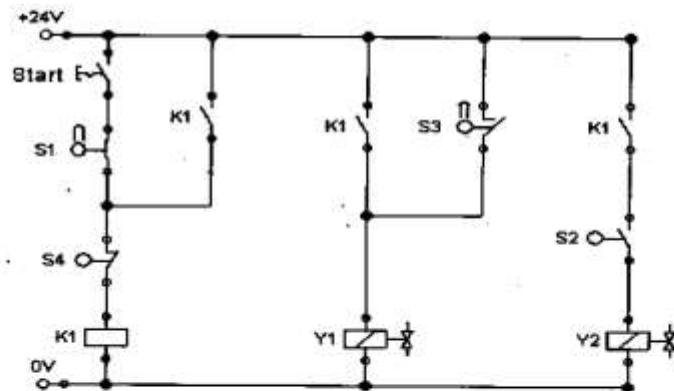
b) *Mạch điều khiển theo tầng*

- Dùng van 5/2 tác động một phía:

Sơ đồ mạch khi nén:

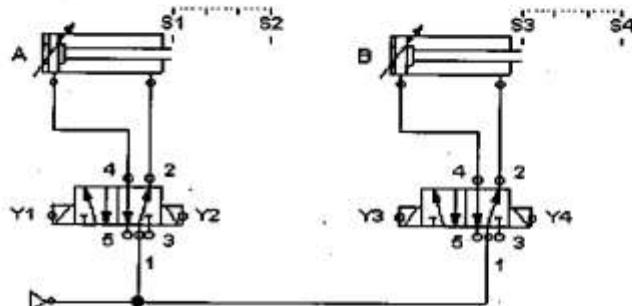


### *Sơ đồ mạch điện:*

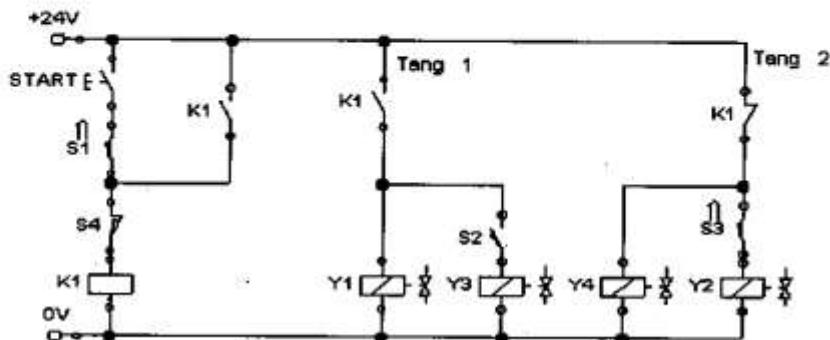


- Dùng van 5/2 tác động hai phía:

### *Sơ đồ mạch khí nén:*



### Sơ đồ mạch điện:



## PHẦN 2: HỆ THỐNG THỦY LỰC

### Chương 6: KHÁI NIỆM VỀ HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG THỦY LỰC

#### 6.1. ƯU NHƯỢC ĐIỂM VÀ PHẠM VI ỨNG DỤNG CỦA TRUYỀN ĐỘNG THỦY LỰC

##### 6.1.1 Ưu nhược điểm

###### a) Ưu điểm :

- Truyền được công suất cao và lực lớn với kết cấu nhỏ gọn (Áp suất làm việc trong các hệ thống thủy lực có thể đạt tới 500bar, thông thường khoảng 60 - 180 Bar)
- Có thể điều chỉnh vô cấp về lực, hành trình, tốc độ và gia tốc truyền động
- Dễ dàng phòng quá tải
- Dễ theo dõi và quan sát các thông số làm việc của hệ thống (áp suất, lưu lượng...) thông qua các thiết bị hiển thị, kể cả hệ phức tạp, nhiều mạch
- Thuận tiện cho việc sửa chữa, bảo dưỡng và thay thế bởi các phần tử được đều được tiêu chuẩn hóa.
- Hệ thống làm việc êm, không ồn như hệ thống khí nén
- Không phải bôi trơn

###### b) Nhược điểm :

- Tốn thất cao và hiệu suất thấp hơn so với truyền động cơ khí
- Do nhiệt độ làm thay đổi độ nhớt của dầu, làm ảnh hưởng đến các thông số kỹ thuật của hệ thống thủy lực
- Hiện tượng rò rỉ dầu thủy lực tại các đầu nối gây lãng phí và ảnh hưởng đến môi trường làm việc xung quanh.
- Các phần tử của hệ thống thủy lực (xi lanh, các loại van ...) yêu cầu độ chính xác cao công rất cao nên giá thành thiết bị sẽ cao hơn so với các phần tử khí nén.

##### 6.1.2 Phạm vi ứng dụng:

Truyền động thủy lực được ứng dụng rộng rãi trong nhiều ngành công nghiệp:

- Trong ngành công nghiệp chế tạo máy: truyền động thủy lực được ứng dụng rộng rãi trong các máy ép thủy lực, máy CNC, máy cộng cụ, điều khiển bàn máy, kẹp dao...
- Trong ngành xây dựng: các loại xe nâng, xe lùi, máy đào đất...
- Trong lĩnh vực giao thông: dùng trên ô tô, các loại xe ben, dùng trên tàu thủy, tàu hỏa, máy bay...
- Trong công nghiệp lắp ráp, nhất là lắp ráp các chi tiết cần lực ép lớn
- Trong công nghiệp gia công các sản phẩm nhựa (máy ép), các thiết bị dây chuyền chế biến thực phẩm, sản xuất hóa chất ...

Đặc biệt, truyền động thủy lực được ưu tiên sử dụng hơn so với hệ thống truyền động bằng khí nén trong các trường hợp cần tải trọng lớn như các cần cẩu, thiết bị nâng hàng.

## 6.2. SO SÁNH ĐẶC TRƯNG CÁC LOẠI TRUYỀN ĐỘNG

Bảng dưới đây sẽ so sánh đặc trưng cơ bản của các dạng truyền động thông dụng trong kỹ thuật.

Tiêu chuẩn so sánh	Truyền động thủy lực	Truyền động Khí nén	Truyền động điện	Truyền động Cơ học
Giá thành năng lượng	Cao 1,0	Rất cao 2,5	Thấp 0,25	
Mang năng lượng	Dầu	Khí nén	Electron	Trục, bánh răng, xích ...
Truyền năng lượng	Ông dẫn, dầu nồi	Ông dẫn, dầu nồi	Dây điện	Trục, bánh răng
Tài ra năng lượng hoặc chuyển đổi thành dạng năng lượng khác	Bơm, xi lanh truyền lực, động cơ thủy lực	Máy nén khí, xi lanh truyền lực, động cơ khí nén	Máy phát điện, động cơ điện, pin, ác quy	Trục, bánh răng, đai truyền, xích truyền
Các đại lượng cơ bản	Áp suất P (400bar), lưu lượng Q (m <sup>3</sup> /h)	Áp suất P (6bar), lưu lượng Q (m <sup>3</sup> /h)	Hiệu điện thế U, cường độ dòng điện I	Lực, mômen xoắn, vận tốc, số vòng quay.
Công suất	Rất tốt, áp suất làm việc đến 400bar, kết cấu nhỏ gọn	Tốt, bị giới hạn bởi áp suất làm việc khoảng 6 bar	Tốt, trọng lượng Đ.cơ điện có cùng CS lớn gấp 10 lần so với động cơ thủy lực, sự đóng mở các tiếp điểm thuận lợi hơn so với van đảo chiều.	Tốt, vì không có chuyển đổi năng lượng, bị giới hạn trong lĩnh vực điều khiển và điều chỉnh.
Độ chính xác của vị trí hành trình	Rất tốt, vì dầu không có sự đàn hồi	Ít tốt hơn, vì không khí bị nén	Tốt, độ trễ nhỏ	Rất tốt, khả năng ăn khớp truyền động cao
Khả năng tạo ra chuyển động thẳng	Đơn giản nhờ xi lanh truyền lực	Đơn giản	Thông qua động cơ	Đơn giản thông qua trục
Khả năng ứng dụng	Chuyển động thẳng ở các máy sx	Lắp ráp dây chuyền tự động	Truyền động quay, tịnh tiến	Truyền động với khoảng cách ngắn

### 6.3. TỒN THẤT TRONG HỆ THỐNG THỦY LỰC

Quá trình hoạt động của hệ thống thủy lực xuất hiện các hiện tượng: ma sát, sinh nhiệt, giảm áp... Các hiện tượng này làm ảnh hưởng đến hiệu suất làm việc của hệ thống.

- Ma sát: xuất hiện trong tất cả các phần tử, đường ống mà chất lỏng đi qua. Nó gồm 2 dạng: ma sát ngoài (*external friction*) xuất hiện trên bề mặt thành ống dẫn; ma sát nội (*internal friction*) xuất hiện giữa các lớp chất lỏng.

- Nhiệt: được sinh ra do hiện tượng ma sát, và do quá trình bị nén của dầu, nhất là tại các vị trí bị cản, tiết lưu...

Tồn thất trong hệ thống thủy lực gồm dạng 2 chủ yếu là tồn thất thể tích và tồn thất áp suất.

#### 6.3.1. Tồn thất thể tích (*Volumetric losses*):

Tồn thất thể tích chủ yếu do dầu thủy lực chảy qua khe hở của các phần tử trong hệ thống, khe hở các bộ phận của máy bơm...

Áp suất càng lớn, vận tốc càng nhỏ thì tồn thất thể tích càng lớn. Trong hệ thống thủy lực, tồn thất thể tích đáng kể nhất ở cơ cấu biến đổi năng lượng: xilanh, máy bơm, động cơ thủy lực.

#### 6.3.2. Tồn thất áp suất (*Pressure losses*):

Là hiện tượng giảm áp suất do lực cản trên đường chuyển động của dầu từ bơm cấp dầu đến cơ cấu chấp hành. Tồn thất áp suất chủ yếu phụ thuộc các yếu tố:

- Chiều dài ống dẫn
- Độ nhẵn thành ống
- Tiết diện ống dẫn
- Tốc độ dòng chảy
- Sự thay đổi tiết diện chảy
- Trọng lượng riêng, độ nhớt của chất lỏng.

##### a) Tồn thất áp suất trên đường ống

Tồn thất áp suất  $\Delta p$  (bar) trên chiều dài ống dẫn được tính :

$$\Delta p = \lambda \frac{l}{d} \frac{\rho v^2}{2}$$

Trong đó :

$\rho$  khối lượng riêng của dầu [ $914 \text{ kg/m}^3$ ]

$v$  vận tốc trung bình của dầu [ $\text{m/s}$ ]

$l$  chiều dài ống dẫn [ $\text{m}$ ]

$d$  đường kính ống dẫn [ $\text{m}$ ]

$\lambda$  hệ số ma sát giữa dầu với thành ống, và được tính:

$$\lambda = \frac{75}{Re}$$

Re là số Reynolds được tính theo:

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu}$$

$\nu$  độ nhớt động của dầu [ $\text{mm}^2/\text{s}$ ]

**Ví dụ 1:** Xác định tổn thất áp suất  $\Delta p$  trên chiều dài 1m ống dẫn dầu có vận tốc  $v = 0,5 \text{ m/s}$ ; đường kính trong của ống dẫn  $d = 6 \text{ mm}$ ; độ nhớt động của dầu ở  $15^\circ\text{C}$  là  $\nu = 100 \text{ mm}^2/\text{s}$ ; dầu có khối lượng riêng  $\rho = 850 \text{ kg/m}^3$ .

Giải :

$$\text{Hệ số ma sát được xác định: } \lambda = 75 / \text{Re}$$

$$\begin{aligned} \text{Số Reynolds được xác định: } \text{Re} &= \frac{v \cdot d}{\nu} = \frac{0,5 \text{ m/s} \cdot 0,006 \text{ m}}{10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}} = 30 \\ \Rightarrow \lambda &= 75 / 30 = 2,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tổn thất áp suất } \Delta p \text{ trên 1m: } \Delta p &= 2,5 \frac{1000 \text{ mm}}{6 \text{ mm}} \frac{850 \text{ kg/m}^3}{2} (0,5 \text{ m/s})^2 \\ &= 44.270 \text{ N/m}^2 = 0,4427 \text{ bar} \end{aligned}$$

**b) Tổn thất áp suất do các phần tử trên đường ống**

Khi dòng lưu chất đi qua các phần tử trên đường ống như nối T, co, góc hoặc qua các van đảo chiều đều gây nên các tổn thất áp suất. Tổn thất này phụ thuộc vào hình dạng hình học của các tiết diện mà nó đi qua, do vậy trong những trường hợp chung, khi tính toán người ta đưa vào hệ số tổn thất cục bộ  $\xi$ , tổn thất áp suất  $\Delta p$ , và kể đến ảnh hưởng của chế độ chảy người ta đưa vào hệ số điều chỉnh  $b$ , hệ số này phụ thuộc vào số Reynold và được cho trong bảng 1.2.

Trong trường hợp này tổn thất áp suất của dòng chảy qua các phụ kiện đường ống được tính:

$$\Delta p = \xi \cdot b \frac{\rho \cdot v^2}{2} \quad [\text{N/m}^2]$$

Trong đó:

- $\xi$  hệ số tổn thất cục bộ (Bảng 1.2)
- $b$  hệ số ảnh hưởng của chế độ chảy
- $\rho$  khối lượng riêng chất lỏng [ $\text{kg/m}^3$ ]
- $v$  vận tốc dòng chảy [ $\text{m/s}$ ]

Bảng 1.1: Thông số điều chỉnh  $b$  và số Reynold

Re	25	50	100	250	500	1000	1500	2300
$b$	30	15	7,5	3	1,5	1,25	1,15	1,0

Bảng 1.2: Hệ số tổn thất cục bộ  $\xi$  ứng với các phụ kiện đường ống

Phụ kiện	Nối T	Co $90^\circ$	Hai góc	Góc $90^\circ$	Van
$\xi$	1,3	0,5 - 1	2	1,2	5 - 15

**Ví dụ 2:** Tính tổn thất áp suất tại một góc  $90^\circ$  có kích thước lỗ  $d = 10\text{mm}$ , vận tốc  $v = 5\text{m/s}$ , dầu có khối lượng riêng  $\rho = 850\text{ kg/m}^3$ , độ nhớt động  $\nu = 100\text{ mm}^2/\text{s}$  ở  $150^\circ\text{C}$

Giải: Số Re:  $Re = \frac{v d}{\nu} = \frac{5\text{ m } 0,001\text{ m.s}}{0,0001\text{ m}^2 \cdot \text{s}} = 500$

Hệ số b (bảng 1.1)  $b = 1,5$

Hệ số  $\xi$  (bảng 1.2)  $\xi = 1,2$

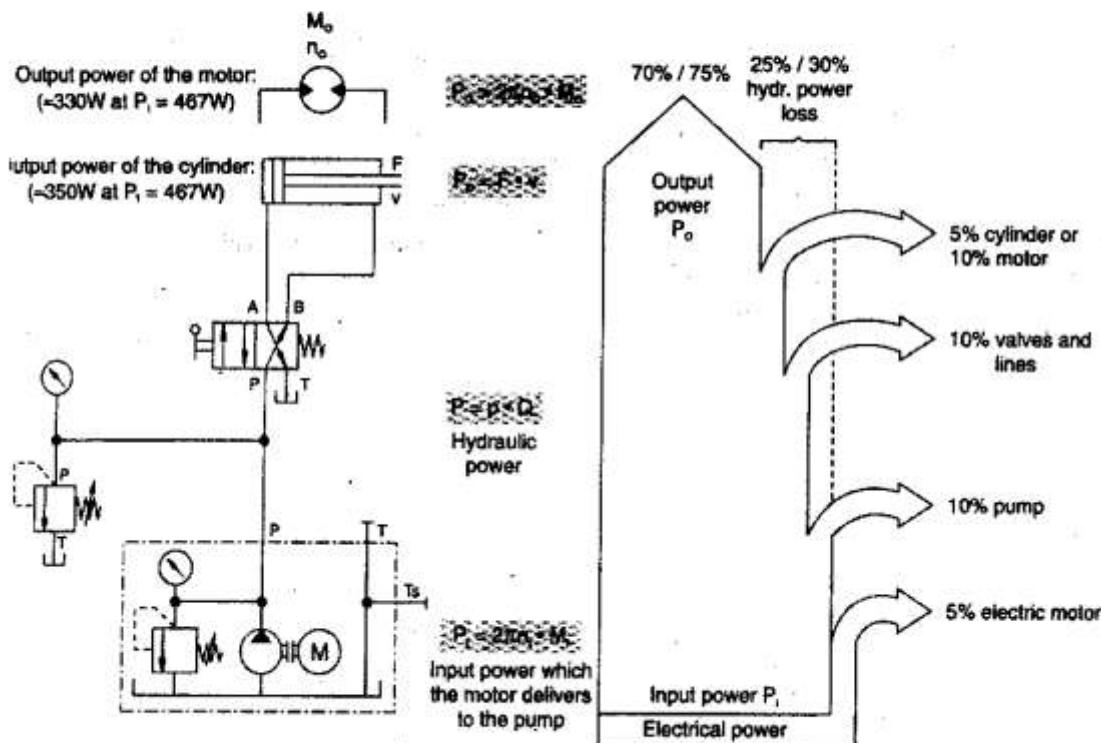
Tổn thất áp suất  $\Delta p = \xi b \frac{\rho v^2}{2} = 1,2 \times 1,5 \frac{850\text{ kg } 25\text{ m}^2}{\text{m}^3 \text{ s}^2 2} = 19.125\text{ N/m}^2$   
 $\Delta p = 0,19\text{ bar}$

### 6.3.3. Tổn thất năng lượng trong toàn hệ thống thủy lực

Tổn thất trong toàn hệ thống thủy lực bao gồm:

- Tổn thất do động cơ điện (5%)
- Bơm dầu (10%)
- Van và các phụ kiện đường ống (10%)
- Cơ cấu chấp hành (5 - 10%).

Các tổn thất này được mô tả trên sơ đồ ở hình 6.1. Theo đó hiệu suất của hệ thống thủy lực vào khoảng 70 - 75%



**Hình 6.1:** Tổn thất năng lượng trong hệ thống thủy lực

## 6.4. ĐỘ NHỚT VÀ YÊU CẦU ĐÓI VỚI DẦU THỦY LỰC

### 6.4.1 Độ nhớt (Viscosity):

Độ nhớt là một trong những tính chất quan trọng của chất lỏng, nó xác định ma sát trong bùn. Chất lỏng thể hiện khả năng chống biến dạng trượt hoặc biến dạng cắt của chất lỏng. Độ nhớt còn là một trong những nguyên nhân gây tiêu hao năng lượng và rò rỉ dầu trong hệ thống.

Ngoài quan ta có thể thấy, dầu càng đặc, càng dính thì có độ nhớt càng cao. Dầu loãng có độ nhớt thấp. Người ta phân biệt thành 2 loại độ nhớt: *độ nhớt động lực* và *độ nhớt động*. Hệ thống thủy lực chủ yếu đề cập đến độ nhớt động.

Như vậy tính nhớt là một trong những tính chất vật lý quan trọng nhất của chất lỏng nó cần trả chuyển động và làm tiêu hao một phần năng lượng tiềm tàng trong chất lỏng, bởi vì công do lực nhớt sinh ra biến thành nhiệt năng không thu hồi được.

#### a) Độ nhớt động lực $\eta$ (Dynamic viscosity):

Hình 6.2 thể hiện sự giảm tốc độ của các lớp chất lỏng khi chúng di chuyển. Nguyên nhân gây ra sự chênh lệch vận tốc  $\Delta v$  giữa các lớp chất lỏng chính là do ma sát nội giữa các lớp chất lỏng và ma sát giữa chất lỏng với thành ống. Lực ma sát  $F_{ms}$  trên diện tích A của 2 lớp chất lỏng chuyển động được tính:

$$F_{ms} = \eta \frac{\Delta v}{\Delta y} A$$

Trong đó: A diện tích lớp chất lỏng

$\eta$  độ nhớt động lực

$\frac{\Delta v}{\Delta y}$  Gradien vận tốc theo phương vuông góc với hướng dòng chảy.

Đơn vị đo độ nhớt động lực là Pa.s hoặc N.s/m<sup>2</sup>

$$\text{Pa.s} = \frac{\text{N.s}}{\text{m}^2}$$

Độ nhớt động lực thường được dùng trong các biểu thức liên quan đến lực.

Ngoài ra người ta còn dùng đơn vị đo độ nhớt động lực khác là Poise (P), và ước số của nó là Centipoise (cP):

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

$$1 \text{ P} = 100 \text{ cP}$$

#### b) Độ nhớt động $\nu$ (Kinematic viscosity):

Độ nhớt động  $\nu$  là tỉ số giữa độ nhớt động lực  $\eta$  với khối lượng riêng  $\rho$  của chất lỏng

$$\nu = \frac{\eta}{\rho}, [\text{m}^2/\text{s}]$$

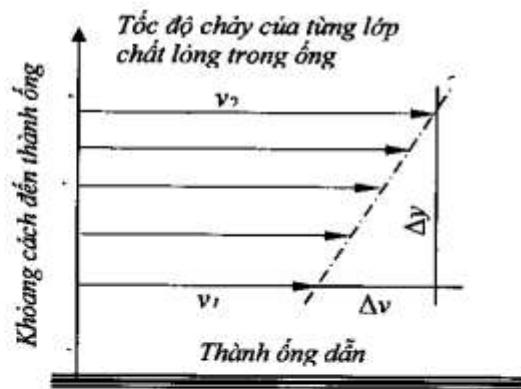
Đơn vị đo độ nhớt động là [m<sup>2</sup>/s]

Ngoài ra người ta còn dùng các đơn vị đo độ nhớt khác là:

- Độ nhớt Stoke (St) hoặc Centistroke (cSt):

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

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



Hình 6.2: Chênh lệch tốc độ chảy trong ống

- Độ nhớt Engler ( ${}^{\circ}E$ ):

Là tỉ số giữa thời gian chảy  $t_1$  của  $200 \text{ cm}^3$  nước cất ở nhiệt độ  $20^{\circ}\text{C}$  qua lỗ đáy có đường kính  $2,8 \text{ mm}$  (khoảng  $50 - 52$  giây) và thời gian chảy  $t_2$  của  $200 \text{ cm}^3$  chất lỏng cần đo độ nhớt.

$${}^{\circ}E = \frac{t_1}{t_2}$$

Quan hệ giữa độ nhớt Engler và độ nhớt động  $\nu$ :

$$\nu = 0,0713 \cdot {}^{\circ}E - \frac{0,0613}{{}^{\circ}E}; [\text{St}]$$

c) Phân loại độ nhớt theo tiêu chuẩn ISO

Dựa vào giá trị giới hạn của độ nhớt động  $\nu$  (*Kinematic viscosity*) của dầu ở nhiệt độ  $40^{\circ}\text{C}$ , ISO đã phân loại độ nhớt theo các chủng loại (Bảng 1.3):

Bảng 1.3: Phân loại độ nhớt theo ISO

Ký hiệu độ nhớt Theo ISO	Độ nhớt động giới hạn ở $40^{\circ}\text{C}$ [ $\text{mm}^2/\text{s}$ ]	
	Max	Min
ISO VG 10	9,0	11,0
ISO VG 22	19,8	24,2
ISO VG 32	28,8	35,2
ISO VG 46	41,4	50,6
ISO VG 68	61,2	74,8
ISO VG 100	90,0	110
ISO VG 150	135	165
ISO VG 220	198	242

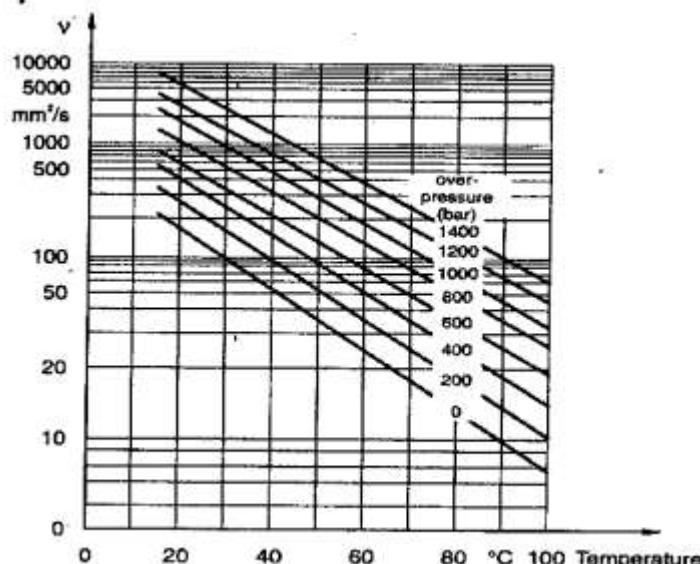
d) Quan hệ giữa độ nhớt với nhiệt độ, áp suất

• *Quan hệ giữa độ nhớt và nhiệt độ*

Khi nhiệt độ càng tăng thì độ nhớt của dầu càng giảm. Điều này làm ảnh hưởng đến các thông số làm việc của hệ thống. Ngược lại, khi nhiệt độ giảm thì độ nhớt của dầu sẽ tăng. Vì vậy trong các hệ thống thủy lực người ta cần hạn chế sự tăng nhiệt độ của dầu.

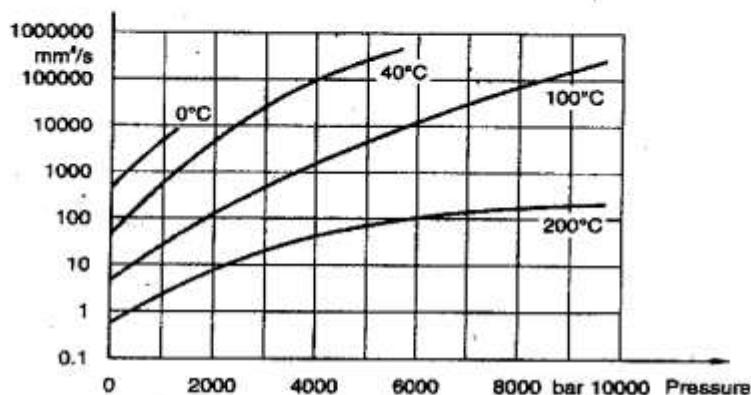
Ảnh hưởng của độ nhớt và nhiệt độ được thể hiện trong đồ thị ở hình 6.3 dưới đây

Hình 6.3: Ảnh hưởng của độ nhớt với nhiệt độ



• **Quan hệ giữa độ nhớt và áp suất**

Hình 6.4 là đường ảnh hưởng của độ nhớt và áp suất ở các nhiệt độ khác nhau. Theo đó độ nhớt của chất lỏng tăng khi áp suất của nó tăng. Trong khoảng áp suất 0 - 200 bar, độ nhớt sẽ tăng nhanh theo áp suất.



*Hình 6.4: Ảnh hưởng của độ nhớt vào áp suất*

#### 6.4.2 Yêu cầu đối với dầu thủy lực

Dầu thủy lực là môi trường truyền dẫn năng lượng trong các hệ thống thủy lực, về nguyên tắc có thể dùng mọi loại chất lỏng, kể cả nước. Tuy nhiên do đặc điểm làm việc trong các hệ thống thủy lực mà người ta phải chọn lựa các loại chất lỏng có những đặc tính cơ bản sau:

- Có tính chống rỉ và có khả năng bôi trơn cho các chi tiết chuyển động
- Có độ nhớt thích hợp.
- Ôn định các tính chất hóa học khi nhiệt độ, áp suất thay đổi
- Làm việc an toàn, không gây cháy nổ, độc hại cho môi trường
- Tản nhiệt tốt
- Tự chiết tách được những cặn bẩn, nước, bọt khí...
- Không ăn mòn hoặc phá hủy các bề mặt chi tiết

Loại dầu đáp ứng các đặc tính trên, và có giá thành thấp hiện nay được sử dụng phổ biến là các loại dầu nhòn dạng dầu khoáng.

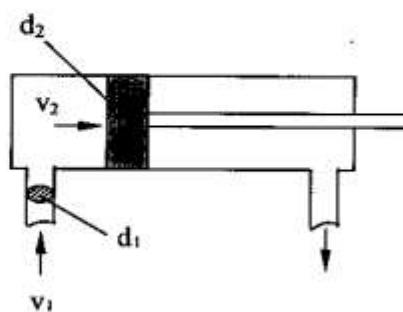
#### Bài tập:

Dùng một bơm dầu có lưu lượng  $Q = 10$  lít/phút cấp cho một xi lanh thủy lực có đường kính  $d_2 = 32$  mm (hình vẽ). Đường kính trong của ống dầu cấp cho xi lanh  $d_1 = 6$  mm. Bỏ qua các tổn thất thủy lực.

Tính vận tốc  $v_1$  của dầu tại miệng ống cấp dầu cho xi lanh và vận tốc dịch chuyển của piston  $v_2$ ?

$$ĐS: v_1 = 5,95 \text{ m/s}$$

$$v_2 = 0,21 \text{ m/s}$$



## 6.5. CÁC ĐỊNH LUẬT CƠ BẢN CỦA CHẤT LỎNG THỦY TĨNH

### 6.5.1 Áp suất thủy tĩnh (Hydrostatics)

Là áp suất trong lòng chất lỏng (do trọng lượng bản thân chất lỏng và do ngoại lực) tác động lên một phần tử của mặt chịu áp suất trong bình chứa, nó chỉ phụ thuộc vào chiều cao của cột chất lỏng, khối lượng riêng của chất lỏng và gia tốc trọng trường mà không phụ thuộc vào hình dạng bình chứa (hình 6.5)

Nói cách khác, áp suất thủy tĩnh tại một điểm trong chất lỏng bằng tổng của áp suất  $P_0$  trên mặt thoáng cộng trọng lượng cột chất lỏng bên trên nó (hình 1.1)

$$P = P_0 + \gamma h \quad (1.1)$$

Trong đó :

$\gamma$  trọng lượng riêng của chất lỏng,  $N/m^3$ ; ( $\gamma = \rho \cdot g$ )

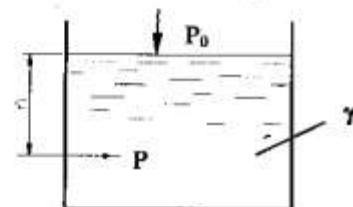
$\rho$  khối lượng riêng của chất lỏng,  $kg/m^3$

$P$  áp suất thủy tĩnh tại điểm tĩnh,  $N/m^2$

$P_0$  áp suất tại mặt thoáng,  $N/m^2$

$h$  chiều cao đến mặt thoáng, m

$g$  gia tốc trọng trường,  $m/s^2$

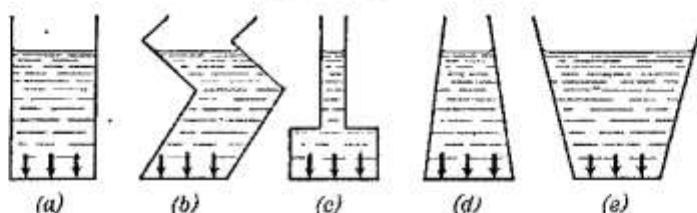


Hình 6.5: Áp suất điểm P

Biểu thức (1.1) được gọi là dạng thứ nhất của phương trình cơ bản thủy tĩnh học, nó dùng tính áp suất tại mọi điểm trong môi trường chất lỏng. Trong biểu thức này  $\gamma \cdot h$  được gọi là trọng lượng cột chất lỏng có độ cao là  $h$  và diện tích đáy bằng một đơn vị diện tích.

- **Hai đặc tính cơ bản của chất lỏng thủy tĩnh:**

- Áp suất thủy tĩnh luôn tác dụng thẳng góc và hướng vào mặt tiếp xúc
- Áp suất thủy tĩnh tại mỗi điểm theo mọi phương đều bằng nhau



Hình 6.6: Áp suất thủy tĩnh không phụ thuộc vào hình dạng bình

Ví dụ:

Tìm áp suất thủy tĩnh tại một điểm trong bồn nước cách mặt thoáng (mặt nước) đoạn  $h=8,0$  m, mặt thoáng thông với khí quyển.

Giải:

Áp dụng phương trình thủy tĩnh để tính áp suất  $P$  tại một điểm trong bồn nước:

$$P = \gamma h = \rho \cdot g \cdot h \quad (\text{tính theo áp suất dư, } P_0 = 0)$$

$$\rho = 1.000 \text{ kg/m}^3$$

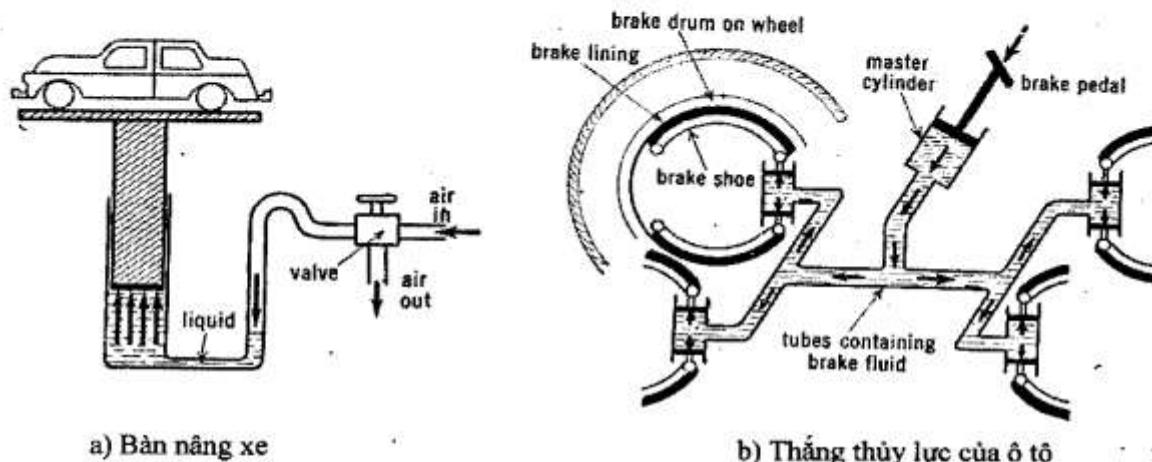
$$g = 9,81 \text{ m/s}^2 = 10 \text{ m/s}^2$$

$$h = 8 \text{ m}$$

$$P = 1.000 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 8 \text{ m} = 80.000 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2} = 80.000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 0,8 \text{ bar}$$

### 6.5.2 Định luật Pascal

Trong một bình kín chứa chất lỏng ở trạng thái tĩnh, áp suất do ngoại lực tác dụng lên mặt thoáng được truyền nguyên vẹn tới mọi điểm của chất lỏng.



a) Bàn nâng xe

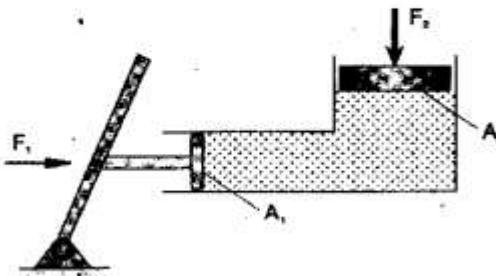
b) Thắng thủy lực của ô tô

Hình 6.7: Ứng dụng của định luật Pascal

Ví dụ 1: Người ta dùng một bộ nâng hàng bằng thủy lực để nâng một khối lượng 1,5 tấn lên theo phương thẳng đứng (hình vẽ).

Cần tác động một lực  $F_1$  bằng bao nhiêu vào cánh tay đòn ?

$$\text{Biết } A_1 = 40 \text{ cm}^2; A_2 = 1.200 \text{ cm}^2$$



Giải:

$$\text{Khối lượng cần nâng: } m = 1,5 \text{ T} = 1.500 \text{ kg}$$

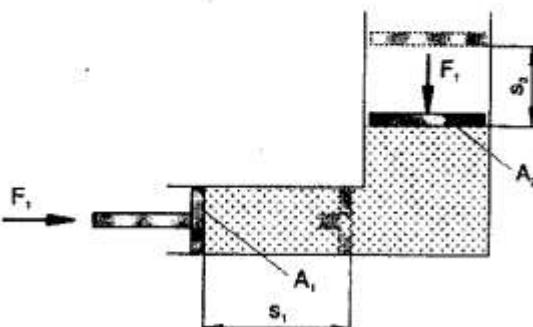
$$\text{Lực cần để nâng: } F_2 = m \cdot g = 1.500 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2$$

$$F_2 = 15.000 \text{ kg.m/s}^2 = 15.000 \text{ N}$$

$$\text{Áp suất tác dụng lên 2 piston: } P_1 = P_2 \Rightarrow F_1 / A_1 = F_2 / A_2$$

$$\begin{aligned} F_1 &= A_1 \cdot F_2 / A_2 = 0,004 \text{ m}^2 \cdot 15.000 \text{ N} / 0,12 \text{ m}^2 \\ &= 500 \text{ N} \end{aligned}$$

Ví dụ 2: Một bộ kích nâng hàng bằng thủy lực (hình vẽ) có 2 piston:  $A_1 = 40 \text{ cm}^2$ ,  $A_2 = 1.200 \text{ cm}^2$ . Người ta tác động lực  $F_1$  lên piston  $A_1$  làm nó di chuyển một đoạn  $S_1 = 15 \text{ cm}$ . Hỏi khi đó piston  $A_2$  sẽ di chuyển đoạn  $S_2$  bằng bao nhiêu?



Giải :

Vì dầu không nén được nên:  $S_1 A_1 = S_2 A_2$

$$\begin{aligned} S_2 &= S_1 A_1 / A_2 \\ &= 15 \times 40 / 1.200 \text{ cm} \\ S_2 &= 0,5 \text{ cm} \end{aligned}$$

Khi diện tích  $A_2$  lớn hơn  $A_1$  30 lần, thì  $S_2$  sẽ nhỏ hơn  $S_1$  30 lần

### 6.5.3 Phương trình dòng chảy liên tục của chất lỏng chuyển động ổn định

#### a) Phương trình liên tục của dòng nguyên tố

Trong một dòng nguyên tố chuyển động ổn định (hình 6.8), xét hai mặt cắt 1 và 2:

Tại mặt cắt 1: vận tốc  $v_1$ , mặt cắt dòng chảy  $dA_1$

Tại mặt cắt 2: vận tốc  $v_2$ , mặt cắt dòng chảy  $dA_2$

Trong một thời gian  $dt$ , thể tích chất lỏng chảy qua mặt cắt 1 là  $v_1 dA_1 dt$ , thể tích chất lỏng chảy qua mặt cắt 2 là  $v_2 dA_2 dt$

Với các điều kiện chất lỏng không bị nén ( $\rho = \text{const}$ ), liên tục và đồng nhất ta có:

$$\begin{aligned} v_1 dA_1 dt &= v_2 dA_2 dt \\ v_1 dA_1 &= v_2 dA_2 \end{aligned} \quad (1.2)$$

Vậy:  $dQ_1 = dQ_2$

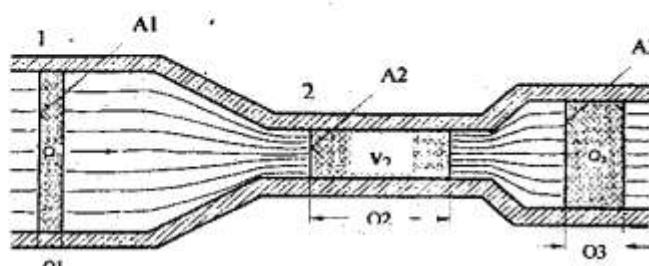
#### b) Phương trình liên tục của toàn dòng chảy

Mở rộng phương trình liên tục dòng nguyên tố cho toàn dòng bằng cách tích phân phương trình (1.2) trên toàn mặt cắt:

$$\begin{aligned} \int_{A1} v_1 dA_1 &= \int_{A2} v_2 dA_2 \\ Q_1 &= Q_2 \\ \text{Hoặc } v_1 A_1 &= v_2 A_2 = \text{const} \end{aligned} \quad (1.3)$$

Vậy, với dòng chảy ổn định, lưu lượng chất lỏng trong đường ống từ vị trí 1 đến vị trí 2 là không đổi. Lưu lượng  $Q$  qua mặt cắt  $A$  của ống bằng nhau trong toàn ống (điều kiện liên tục)

Từ phương trình (1.3), nếu tiết diện chảy là hình tròn ta sẽ có:  $v_1 \cdot \frac{d_1^2 \pi}{4} = v_2 \cdot \frac{d_2^2 \pi}{4}$   
 $d_1, d_2$  đường kính ống chảy tại vị trí 1 và vị trí 2, [m]



Hình 6.8: Minh họa định luật dòng chảy

### 6.5.4 Phương trình Bernoulli

Phương trình Bernoulli đối với dòng chất lỏng lý tưởng, chuyển động ổn định trong ống tại 2 mặt cắt 1-1 và 2-2 (hình 6.9) được viết:

$$P_1 + \rho g h_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} = P_2 + \rho g h_2 + \frac{\rho v_2^2}{2}$$

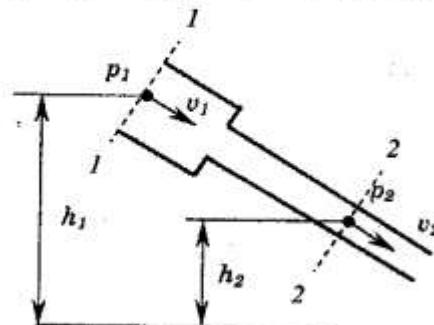
Trong đó:  $P_1, P_2$ : áp suất tại vị trí 1 và 2,  $[N/m^2]$

$\rho$  : khối lượng riêng chất lỏng,  $[kg/m^3]$

$g$  : gia tốc trọng trường,  $[m/s^2]$

$v_1, v_2$  : vận tốc chất lỏng tại vị trí 1, 2  $[m/s]$

$h_1, h_2$  : độ cao so với mặt chuẩn,  $[m]$



Hình 6.9: Mô tả phương trình Bernoulli

Thay  $\gamma = \rho g$   $[N/m^3]$  - trọng lượng riêng của chất lỏng vào phương trình trên, rút gọn ta được:

$$h_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = h_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} \quad (1.4)$$

Trong phương trình (1.4) :

$h + \frac{P}{\gamma}$  : Thể năng của dòng chất lỏng

$\frac{v^2}{2g}$  : Động năng của dòng chất lỏng

Như vậy phương trình Bernoulli được gọi là phương trình năng lượng của dòng chảy ổn định, nó chính là một dạng của định luật bảo toàn năng lượng. Phương trình (1.4) được dùng để giải các bài toán kỹ thuật liên quan đến chuyển động ổn định của chất lỏng lý tưởng, lực khói là trọng lực.

Với chất lỏng thực, chuyển động ổn định, khi nó chuyển động trong ống từ vị trí 1 đến vị trí 2 sẽ bị tổn thất một năng lượng  $E_T$  do ma sát. Khi đó phương trình (1.4) được tính thêm năng lượng tổn thất này:

$$h_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = h_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + E_T \quad (1.4a)$$

Ví dụ : Một ống dẫn nước được bơm từ vị trí 1 đến vị trí 2 (hình 6.9). Tại vị trí 1 có áp suất  $P_1 = 25$  PSI,  $v_1 = 1.000$  ft/min (305 m/ph). Tại vị trí 2 có áp suất  $P_2 = 15$  PSI,  $v_2 = 1.400$  ft/min (427 m/ph). Chênh lệch độ cao giữa vị trí 1 và 2 ( $h_1 - h_2$ ) là 16 ft (4,8 m).

Tính tổn thất năng lượng trong ống khi chất lỏng chuyển động từ vị trí 1 đến vị trí 2 ?

## Chương 7 : CUNG CẤP VÀ XỬ LÝ DẦU

### 7.1. BƠM DẦU

#### 7.1.1 Phân biệt bơm dầu và động cơ dầu

##### a) Bơm dầu (Pump)

Là thiết bị biến đổi năng lượng dưới dạng cơ năng thành năng lượng dầu ép (dòng chất lỏng) dùng trong các hệ thống thủy lực. Trong hệ thống thủy lực thường chỉ dùng các loại bơm thể tích, tức là loại bơm thực hiện việc biến đổi năng lượng bằng cách thay đổi thể tích các buồng làm việc.

Hai thông số làm việc cơ bản của bơm là lưu lượng và áp suất. Trong các loại bơm thể tích dùng trong các hệ thống thủy lực người ta thường phân làm 2 loại: bơm có lưu lượng cố định và bơm có lưu lượng điều chỉnh được.

##### b) Động cơ dầu (Motor - Rotary actuator)

Động cơ dầu là thiết bị dùng để biến đổi năng lượng của dòng chất lỏng (có áp suất) thành động năng quay trên trục động cơ.

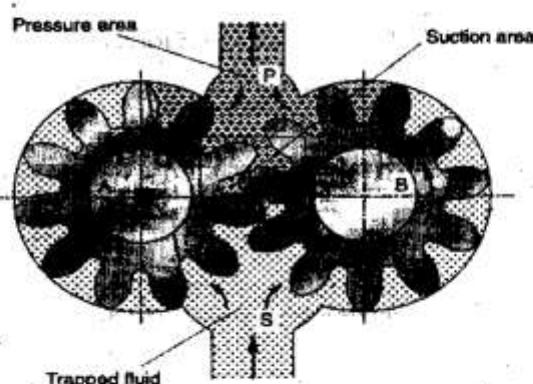
Hai thông số cơ bản của động cơ dầu là lưu lượng của 1 vòng quay và hiệu áp suất giữa đường vào và đường ra.

#### 7.1.2 Các loại bơm dầu

##### a) Bơm bánh răng (Gear pump)

###### • Nguyên lý làm việc:

Bơm bánh răng hoạt động dựa trên nguyên tắc thay đổi thể tích (hình 7.1). Tại mỗi vòng quay nó tạo ra một vùng có áp suất thấp ở khu vực các cặp răng ra khớp (buồng hút), tại đó chất lỏng được hút và điền đầy vào các rãnh răng, được vận chuyển dọc theo thành vỏ bơm về phía buồng nén. Khi từng cặp răng vào khớp, dầu trong chấn răng bị nén đồng thời bị kín ngăn dòng chảy ngược từ vùng nén sang vùng hút, kết quả dầu bị nén liên tục vào ống đẩy.



Hình 7.1: Bơm bánh răng ăn khớp ngoài

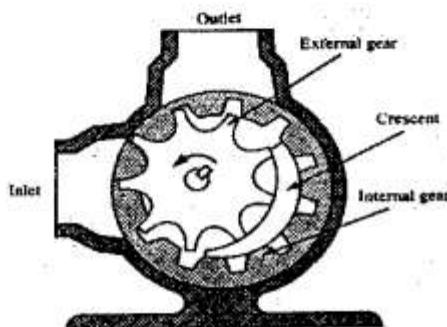
- Quá trình hút và đẩy của bơm xảy ra đồng thời và liên tục khi bơm làm việc.

- Theo nguyên lý làm việc đã nêu, nếu trong bơm không có khe hở thì áp suất chất lỏng chỉ tăng khi chất lỏng được chuyển đến hạng đẩy, như vậy áp suất do bơm tạo nên chỉ phụ thuộc vào phụ tải. Nhưng thực tế luôn có khe hở giữa đỉnh răng với vỏ bơm, giữa mặt dầu của bánh răng với vỏ bơm và giữa các mặt răng nên chất lỏng được tăng áp sớm hơn trước khi đến hạng đẩy, và chính các khe hở này gây ra tổn thất lưu lượng của bơm bánh răng.

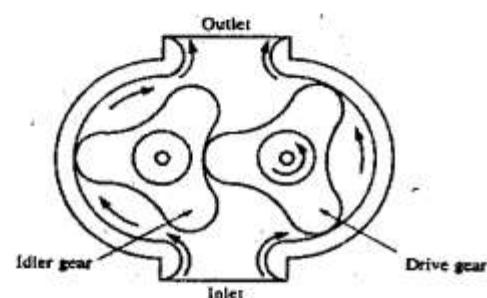
- Khi muốn tăng lưu lượng và giảm kích thước của bơm, người ta dùng bơm nhiều bánh răng, thường dùng nhất là bơm có 3 bánh răng, bánh chủ động đặt ở giữa và thường có số răng nhiều hơn số răng của bánh răng bị động từ 1-3 răng với mục đích làm giảm dao động lưu lượng và áp suất.

• **Phân loại:**

- Bơm bánh răng ăn khớp ngoài (*External gear pump*) ở hình 7.1
- Bơm bánh răng ăn khớp trong (*Internal gear pump*) ở hình 7.2
- Bơm trái khẽ (*Lobe*) (hình 7.3)



*Hình 7.2: Bơm bánh răng ăn khớp trong*



*Hình 7.3: Bơm kiểu Lobe*

• **Lưu lượng bơm bánh răng**

Gọi  $a$  là thể tích của 1 răng, ta có:  $a = \frac{t}{2} h \cdot b$

Trong đó:  $t$  bước răng,  $t = \pi D/Z$  ( $D$ : đường kính vòng chia)  
 $h$  chiều cao ăn khớp,  $h = 2m$ ; ( $m$ : môđun bánh răng)  
 $b$  chiều dài răng,  $b$  ( $Z$ : số răng)

Vậy

$$a = m b \frac{\pi D}{Z}$$

- Lưu lượng dầu tải đi khi bánh răng quay 1 vòng (lưu lượng vòng):

$$q_v = 2 Z a = 2 \pi D m b$$

- Lưu lượng lý thuyết trung bình của bơm  $Q_{LT}$ :

$$Q_{LT} = 2 \pi D m b n \quad (n: số vòng quay của bơm, [v/ph])$$

- Lưu lượng thực tế trung bình của bơm  $Q$ :

$$Q = \eta Q_{LT} = 2 \pi D m b n \eta$$

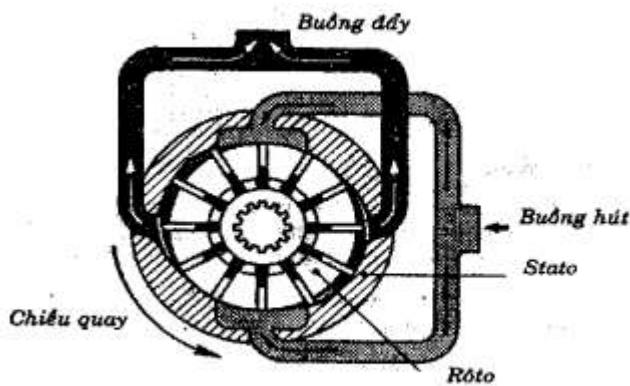
$\eta$ : hiệu suất của bơm ( $\eta = 0,8 - 0,9$ )

• **Đặc điểm và ứng dụng của bơm bánh răng**

- Do không có van hút & van xả nên nó có thể quay với tốc độ cao (đến 2500 v/ph).
- Bơm có lưu lượng bé, thường dùng để bơm dầu
- Bơm bánh răng trong có lưu lượng và áp suất ổn định, làm việc êm hơn loại ăn khớp ngoài
- Áp suất làm việc thông thường khoảng 50 bar, và có thể đạt đến 200 bar

**b) Bơm cánh gạt (Vane pump)****• Nguyên lý làm việc:**

Bơm gồm thân bơm (stator) có hình ô van và một rotor (hình 7.4), trên rotor được xé các rãnh trượt để lắp các cánh gạt. Khi rotor quay, lực ly tâm làm các cánh gạt di trượt trong rãnh và chuyển động tựa theo mặt trong của thân bơm, do đó trong buồng làm việc của bơm sẽ hình thành 2 vùng: vùng có áp suất thấp (vùng hút) và vùng có áp suất cao (vùng đẩy).

Hình 7.4: Bơm cánh gạt tác dụng kép**• Phân loại bơm cánh gạt :**

Dựa vào cấu trúc của stator người ta có thể phân thành 2 loại:

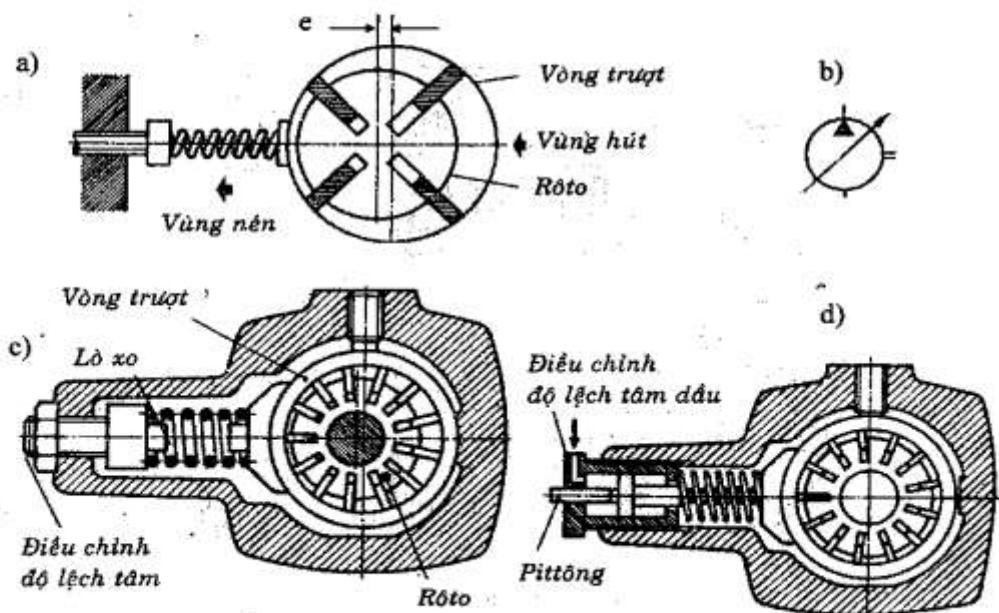
- Bơm cánh gạt đơn (hình 7.5a)
- Bơm cánh gạt tác dụng kép (hình 7.4)

Bơm cánh gạt đơn thực hiện một chu kỳ làm việc (một lần hút và một lần nén) khi rotor quay một vòng. Bơm cánh gạt kép sẽ thực hiện hai chu kỳ làm việc (hai lần hút và hai lần nén) sau một vòng quay của rotor.

Dựa vào khả năng điều chỉnh lưu lượng của bơm người ta phân làm 2 loại:

- Bơm cánh gạt không điều chỉnh được lưu lượng (hình 7.5a).
- Bơm cánh gạt điều chỉnh được lưu lượng (hình 7.5c, hình 7.5d).

Để điều chỉnh lưu lượng bơm, người ta điều chỉnh độ lệch tâm  $e$  của bơm. Có 2 phương pháp điều chỉnh độ lệch tâm  $e$  : dùng vít điều chỉnh kết hợp lò xo (hình 7.5c), dùng áp lực của dòng lưu chất thông qua một piston để điều chỉnh (hình 7.5d)

Hình 7.5: Điều chỉnh lưu lượng bơm cánh gạt tác dụng đơn

- Để chất lỏng không bị cháy từ họng đẩy về họng hút và không bị kẹc trong các thể tích làm việc thì vị trí của các cánh gạt và roto phải bố trí sao cho khi cánh gạt này bắt đầu gạt chất lỏng thì cánh gạt kia cũng vừa thôi không gạt chất lỏng nữa.

- Như vậy, lưu lượng của bơm không đồng đều, nó nhỏ nhất khi cánh gạt bắt đầu vào vị trí làm việc, và lớn nhất khi cánh gạt ở vị trí không làm việc (không gạt chất lỏng)

- Để cho bơm có lưu lượng đều hơn, người ta tăng số cánh gạt trong bơm, thường số cánh gạt trong bơm có từ 4 – 12.

- Để các cánh gạt trượt dễ dàng trong các rãnh roto, đôi khi người ta làm các rãnh không theo hướng kính mà lệch với hướng kính một góc  $\alpha = 6 - 13^\circ$

- **Lưu lượng của bơm cánh gạt đơn được tính:**

- Lưu lượng trung bình  $q$  trong một vòng quay của bơm:

$$q = 2 e b (\pi D - Z \delta)$$

Trong đó:  $e$  độ lệch tâm rotor và stato

$b$  chiều rộng cánh gạt

$n$  số vòng quay rotor [v/ph]

$D$  đường kính stato

$\delta$  chiều dày cánh gạt

- Lưu lượng thực tế trung bình  $Q$  của bơm:

$$Q = 2 e b (\pi D - Z \delta) n \eta$$

Trong đó:  $n$  số vòng quay của bơm đơn vị thời gian, [v/ph]

$\eta$  hiệu suất của bơm ( $\eta = 0,8 - 0,95$ )

- **Đặc điểm và ứng dụng của bơm cánh gạt:**

- Nói chung bơm cánh gạt thích hợp với áp suất thấp (bảng so sánh mục d)
- Phạm vi sử dụng hẹp hơn bơm bánh răng
- So với bơm bánh răng, bơm cánh gạt có lưu lượng đều hơn, hiệu suất thể tích cao hơn
- Số vòng quay từ 1000 - 1800 v/ph
- Dễ điều chỉnh lưu lượng hơn so với bơm bánh răng (bơm cánh gạt đơn)
- Nhược điểm của bơm cánh gạt là nó không điều chỉnh được lưu lượng vì không thể điều chỉnh được độ lệch tâm giữa roto và stato.

c) **Bơm piston (Piston pump)**

- **Nguyên lý làm việc:**

Bơm piston hoạt động theo nguyên tắc thay đổi thể tích (buồng hút và buồng nén) khi piston tịnh tiến trong xi lanh. Hình 7.6 thể hiện nguyên lý làm việc của các loại bơm piston.

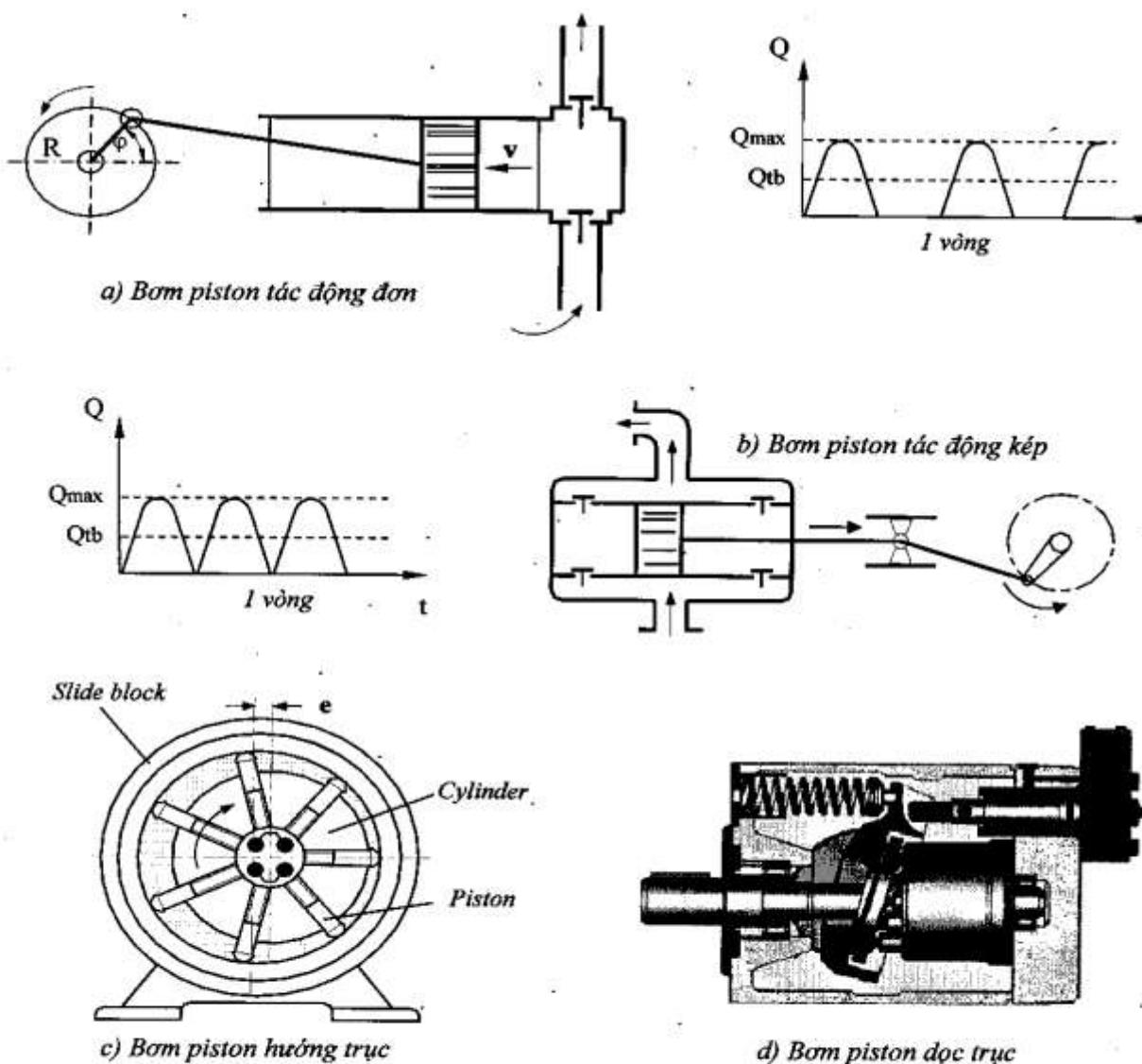
• **Phân loại:**

Dựa vào chu kỳ làm việc người ta phân làm 2 loại:

- **Bơm piston tác động đơn:** trong một chu kỳ (vòng quay) thực hiện được một quá trình hút và một quá trình đẩy (hình 7.6a)
- **Bơm piston tác động kép:** trong một chu kỳ làm việc thực hiện được 2 quá trình hút và 2 quá trình đẩy (hình 7.6b)

Dựa vào cách bố trí piston ta có:

- **Bơm piston hướng trục (Radial piston pump) - hình 7.6c**
- **Bơm piston dọc trục (Axial piston pump) - hình 7.6d**



Hình 7.6: Phân loại & nguyên lý làm việc của bơm piston

• **Lưu lượng bơm piston:**

- **Lưu lượng lý thuyết trung bình  $q$ ,  $Q_{LT}$ :**

Tính cho 1 chu kỳ  $q$  (lưu lượng vòng) được xác định thông qua thể tích của xì lanh:

$$\text{Bơm piston đơn: } q = A \cdot s \quad [\text{lit}]$$

$$\text{Bơm piston kép: } q = (2A - a) s \quad [\text{lit}]$$

Trong đó:  $A$  diện tích làm việc của piston,  $[\text{dm}^2]$   $A = \pi \frac{D^2}{4}$   
 $a$  diện tích mặt cắt ngang cần piston,  $[\text{dm}^2]$   $a = \pi \frac{d^2}{4}$   
 $s$  hành trình piston;  $[\text{dm}]$   
 $s = 2R$  ( $R$ : bán kính tay quay)

Lưu lượng lý thuyết trung bình được xác định:

$$\text{Bơm piston đơn: } Q_{LT} = q n = A \cdot s \cdot n \quad [\text{lit/ph}]$$

$$\text{Bơm piston kép: } Q_{LT} = q n = (2A - a) s \cdot n \quad [\text{lit/ph}]$$

$n$  số vòng quay trong 1 phút của trục bơm,  $[\text{v/ph}]$

- **Lưu lượng thực tế trung bình  $Q$ :**

$$Q = \eta Q_{LT} \quad [\text{lit/ph}]$$

Trong đó:  $Q_{LT}$  lưu lượng lý thuyết trung bình,  $[\text{lit/ph}]$

$\eta$  hiệu suất của bơm,  $\eta = 0,85 - 0,95$

- **Lưu lượng tức thời  $Q_{TH}$ :**

Lưu lượng tức thời của bơm piston được xác định:

$$Q_{TH} = A \cdot v$$

Trong đó:  $A$  diện tích làm việc của piston

$v$  vận tốc tức thời dòng chất lỏng, cũng là vận tốc tức thời của piston

Ta có :

$$v = \frac{dx}{dt}$$

$$v = R \sin \varphi \frac{d\varphi}{dt}$$

$$v = R \omega \sin \varphi$$

Vậy lưu lượng tức thời của bơm piston đơn là:  $Q_{TH} = A R \omega \sin \varphi$

Lưu lượng tức thời của bơm piston dao động theo hàm sin, và cực đại ( $Q_{max}$ ) khi  $\varphi = \pi/2$ , cực tiểu ( $Q_{min}$ ) khi  $\varphi = 0$

• **Đặc điểm và ứng dụng của bơm piston**

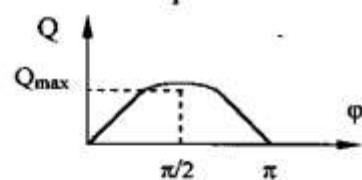
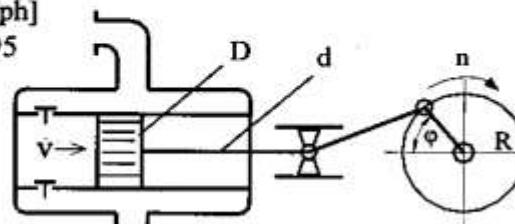
- So với bơm cánh gạt, bơm piston không phải mồi nước.

- Có khả năng tạo được áp suất rất cao với lưu lượng nhỏ

- Do những ưu điểm đó nó thường được dùng làm các loại bơm chữa cháy, bơm lắc tay dùng để bơm nước ở các giếng sâu

- Nhược điểm chính là kích thước lớn, công suất, giá thành chế tạo cao

- Lưu lượng không đồng đều so với các loại bơm ly tâm.



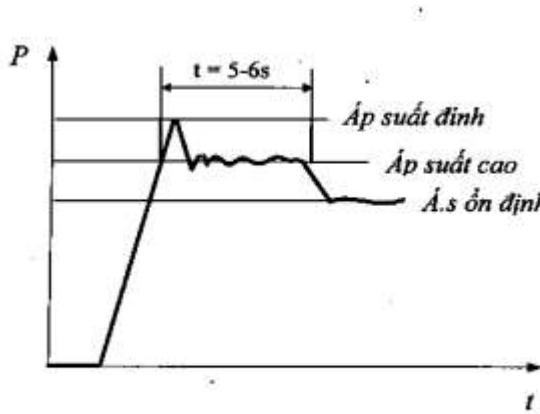
## d) So sánh các loại bơm thủy lực

Loại bơm thủy lực	Áp suất làm việc (PSI)	Hiệu suất (%)	Tốc độ làm việc (v/ph-rpm)
Bơm bánh răng ăn khớp ngoài (External gear)	2000 - 3000	80 - 90	1200 - 2500
Bơm bánh răng ăn khớp trong (Internal gear)	500 - 2000	60 - 85	1200 - 2500
Bơm cánh gạt (Vane)	1000 - 2000	80 - 95	1200 - 1800
Bơm piston chiều trực (Axial piston)	2000 - 10000	90 - 98	1200 - 3600
Bơm piston hướng trực (Radial piston)	3000 - 10000	85 - 95	1200 - 1800

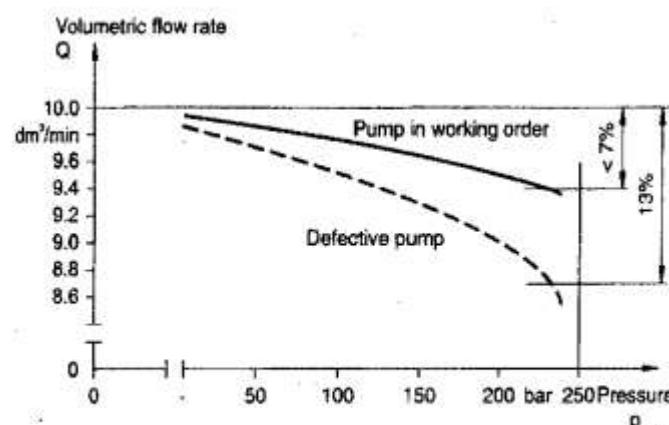
## 7.1.3 Các chỉ tiêu để chọn bơm

Khi lựa chọn các loại bơm cần quan tâm các chỉ tiêu cơ bản sau :

- Lưu lượng của bơm (lít/phút, m<sup>3</sup>/giờ)
- Áp suất làm việc của bơm (bar, PSI...) là áp suất mà bơm có thể làm việc ổn định với hiệu suất cao (hình 7.7). Trong thực tế người ta thường dựa vào đường đặc tính của từng loại bơm (*Pump characteristic*) để lựa chọn bơm cho thích hợp (hình 7.8)
- Số vòng quay n của bơm (v/ph)
- Hiệu suất của bơm (%)
- Loại chất lỏng mà bơm có thể bơm được (nước, dầu, hóa chất...)
- Tiếng ồn phát sinh khi bơm hoạt động



Hình 7.7: Đường đáp ứng áp suất



Hình 7.8: Đường đặc tính làm việc của bơm

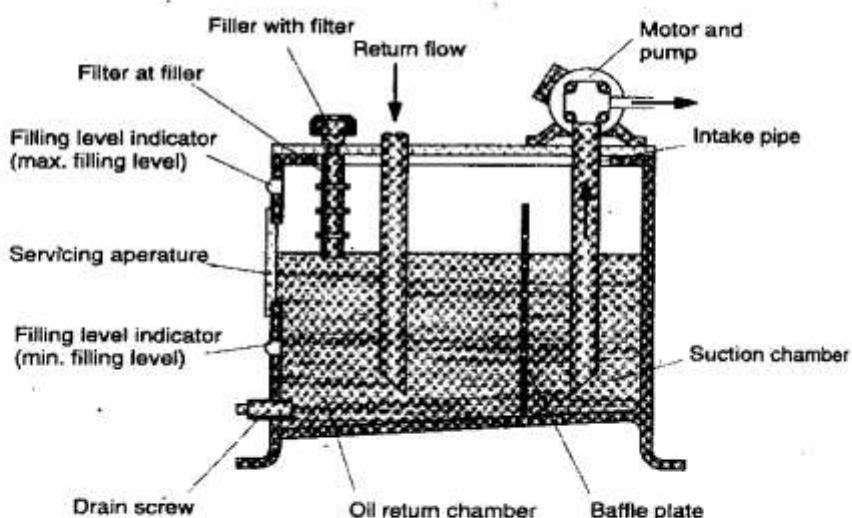
## 7.2. BỂ DẦU

### 7.2.1 Chức năng

- Chứa dầu cung cấp cho hệ thống, và nhận dầu hồi lưu về
- Giải tỏa nhiệt sinh ra trong quá trình làm việc của hệ thống thủy lực
- Lắng đọng các chất cặn bã sinh ra trong quá trình làm việc
- Tách nước lẫn trong dầu

### 7.2.2 Thành phần và kết cấu bể dầu

Hình 7.9 là sơ đồ bố trí các phần tử trong một bể dầu, chúng gồm:



Hình 7.9: Cấu trúc một bể dầu

- Vách ngăn, lọc (Baffle plate)
- Khoang hút (Suction chamber)
- Khoang chứa dầu về (Oil return chamber)
- Máy bơm dầu (Motor & pump)
- Đường dầu về (Return flow)
- Bộ lọc khi tra dầu (Filter)
- Cửa vệ sinh (Servicing aperature)
- Báo mức dầu (max/min level)
- Vít xà đáy (Drain screw)

### 7.2.3 Kích thước bể dầu

Khi chọn kích thước bể dầu, ta có thể tính toán như sau:

- Với bể dầu cố định:  $V = (0,3 - 0,5) q_v$
- Với bể dầu di động:  $V = 1,5 q_v$

Trong đó:  $V$       thể tích bể dầu, [lít]

$q_v$       lưu lượng hệ thống, [lít/phút]

### 7.3. BỘ LỌC DÀU

#### 7.3.1 Chức năng

Loại bỏ các chất bẩn, cặn, tạp chất phát sinh trong dầu để không làm chúng xâm nhập vào các phần tử, cơ cấu trong hệ thống thủy lực. Cấu tạo và hình dạng ngoài của một bộ lọc thể hiện ở hình 7.10



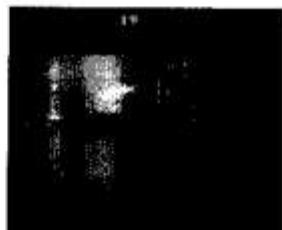
#### 7.3.2 Phân loại bộ lọc

Dựa vào kích thước các hạt tạp chất mà bộ lọc có thể lọc được, người ta phân bộ lọc thành 4 loại :

- Bộ lọc thô: có thể lọc được các hạt cặn đến 0,1 mm
- Bộ lọc trung bình: có thể lọc được các hạt cặn đến 0,01 mm
- Bộ lọc tinh: có thể lọc được các hạt cặn đến 0,005 mm
- Bộ lọc đặc biệt: có thể lọc được các hạt cặn đến 0,001 mm

Dựa vào kết cấu lớp lọc, người ta phân bộ lọc thành các loại:

- Bộ lọc lưới: gồm một khung cứng có các lưới đồng bao quanh
- Bộ lọc bằng sợi thủy tinh: lưới lọc cấu tạo từ các sợi thủy tinh



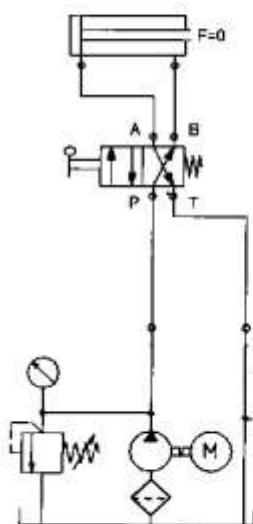
#### 7.3.3 Cách lắp bộ lọc

Có 3 phương pháp lắp bộ lọc:

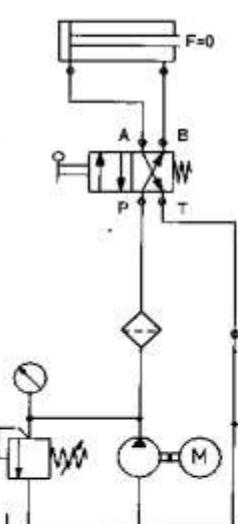
- Lắp bộ lọc trên đường ống hút (hình 7.11a)
- Lắp bộ lọc trên đường ống đẩy (hình 7.11b)
- Lắp bộ lọc trên đường dầu hồi lưu về (hình 7.11c)



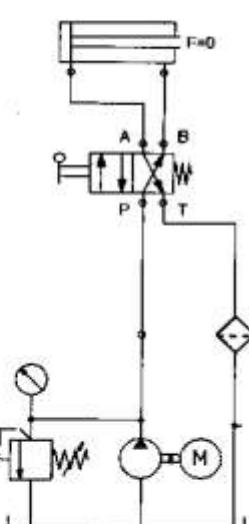
Hình 7.10: Bộ lọc



a) lắp trên đường hút



b) lắp trên đường nén



c) lắp trên đường hồi lưu

Hình 7.11: Cách lắp bộ lọc trong hệ thống

## 7.4. BÌNH TRÍCH CHÚA

### 7.4.1 Chức năng

Bình trích chứa có chức năng chính để điều hòa năng lượng trong hệ thống thủy lực, khi năng lượng trong nó thấp hơn trong hệ thống, nó sẽ tích trữ năng lượng, ngược lại nó sẽ cấp năng lượng cho hệ thống. Do đặc tính đó nó được sử dụng rộng rãi trong các máy dập, tay máy, các thiết bị kẹp chặt... nhằm làm giảm công suất của bom, tăng hiệu suất của hệ thống.

### 7.4.2 Phân loại bình trích chứa

Dựa theo nguyên lý làm việc, bình trích chứa thủy lực được chia thành 3 loại:

#### a) Bình trích chứa trọng vật:

Nhờ có trọng vật khối lượng  $m$ , nên nó sẽ tạo ra một áp suất cố định (hình 7.12a)

Trong quá trình làm việc của hệ thống, sẽ có sự chuyển dịch thể tích bình trích chứa. Khi đặt trọng vật cần đúng tâm để tránh lực theo phương ngang. Loại này tuy có kết cấu đơn giản nhưng lại công kềnh.

#### b) Bình trích chứa lò xo:

Quá trình tích năng lượng trong bình trích chứa này là quá trình biến dạng của lò xo. Áp suất thay đổi tuyến tính với lực căng của lò xo (hình 7.12b)

Loại này có ưu điểm hơn loại bình trích chứa trọng vật bởi nó có lực quán tính nhỏ hơn, vì vậy nó được dùng để dập tắt các va đập thủy lực trong hệ thống. Nó thường được dùng trong các cơ cấu kẹp chặt

#### c) Bình trích chứa khí:

Vận dụng tính chất nén được của chất khí để tạo ra áp suất chất lỏng, do đó bình trích chứa kiểu này có khả năng giảm chấn. Áp suất chất lỏng trong bình trích thay đổi theo những định luật thay đổi áp suất của chất khí (hình 7.12c)

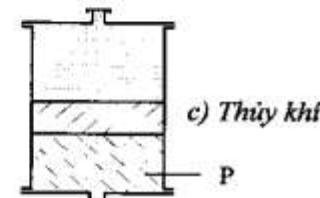
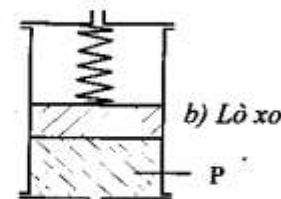
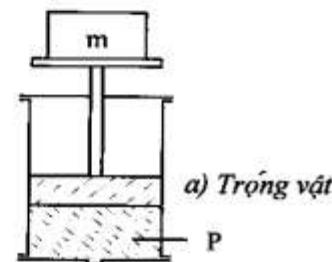
Thông thường có 2 loại: loại không có ngăn và loại có ngăn. Khí sử dụng trong bình trích chứa thường là Nitơ hoặc không khí, còn chất lỏng làm việc là dầu.

### 7.4.3 Ứng dụng

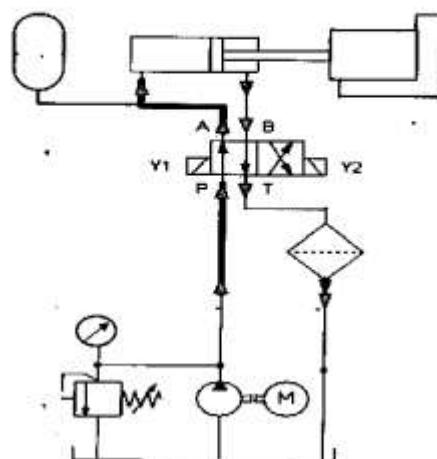
Hình 7.13 là ứng dụng của bình trích chứa thủy lực lắp trong mạch kẹp chặt chi tiết gia công trên máy công cụ.

Áp lực kẹp được duy trì nhờ áp suất trong bình trích chứa, kẹp cả khi động cơ không hoạt động.

Hình 7.13: Bình trích chứa thủy lực lắp trong mạch kẹp chặt chi tiết gia công



Hình 7.12: Bình trích chứa



## 7.5. ĐO ÁP SUẤT VÀ LUU LƯỢNG

Hai thông số công nghệ cần thiết trong các hệ thống truyền động thủy lực đó là áp suất và lưu lượng dòng chảy, đây cũng là một trong những chỉ tiêu quan trọng của các máy bơm thủy lực. Vì vậy việc đo và xác định giá trị áp suất và lưu lượng dòng lưu chất qua các phần tử hoặc của hệ thống thủy lực có ý nghĩa quan trọng trong việc xác định tải trọng, lực tác dụng hoặc tốc độ dịch chuyển... của các phần tử tác động trong hệ thống thủy lực.

### 7.5.1. Đo áp suất

Để đo áp suất của dòng lưu chất trên đường ống, của máy bơm, của một bình chứa... người ta sử dụng các loại áp kế. Hai loại áp kế được dùng phổ biến nhất trong các hệ thống thủy lực là dạng áp kế dạng ống xoắn ốc hoặc lò xo tấm thể hiện ở hình 4.29, hình 4.30 (chương 4).

Để đo áp suất của một bộ phận nào đó (đường ống dẫn dầu, bình chứa...) bằng 2 loại áp kế nêu trên, ta chỉ việc gắn đầu nối của áp kế thông áp với bộ phận cần đo áp suất, đầu nối này thường có 2 dạng: ghép ren hoặc ghép mặt bích.

Hiện nay do sự phát triển của các kỹ thuật đo mới, có nhiều dạng cảm biến áp suất với độ chính xác cao kết hợp các bộ hiển thị số rất thuận tiện cho việc đo đặc và điều khiển.

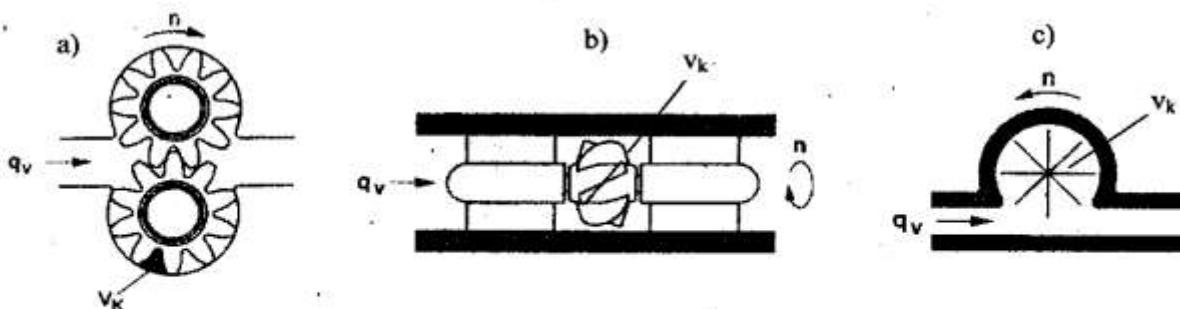
### 7.5.2. Đo lưu lượng

Đo lưu lượng của dòng thủy lực (hoặc của một máy bơm) là xác định lượng chất lỏng chảy qua một tiết diện (hoặc bơm được) trong một đơn vị thời gian (lit/phút,  $m^3$ /giờ..). Để thực hiện công việc này người ta sử dụng dụng cụ đo gọi là lưu lượng kế. Các loại lưu lượng kế được dùng phổ biến trong các hệ thống thủy lực gồm:

- Lưu lượng kế dạng bánh răng (hình 7.14a)
- Lưu lượng kế dạng dạng turbin (hình 7.14b)
- Lưu lượng kế dạng cánh gạt (hình 7.14c)

Theo sơ đồ ở hình 7.14, lưu lượng dòng lưu chất  $q_v$  càng lớn thì số vòng quay  $n$  của bánh răng hoặc trục turbin sẽ càng lớn và thể hiện qua quan hệ:

$$q_v = f(n, v_k)$$



Hình 7.14: Các nguyên lý đo lưu lượng

Các lưu lượng kế dạng này được lắp trực tiếp vào các đường đường ống cần đo lưu lượng, giá trị lưu lượng đo được hiển thị trên mặt dụng cụ đo dạng số.

## 7.6. ĐIỀU KHIỂN, ĐIỀU CHỈNH ÁP SUẤT VÀ LUU LƯỢNG BƠM

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.

- 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...

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 tồn thắt thể tích và cơ khí thì toàn bộ năng lượng do bơm dầu tạo nên đều biến thành công có ích.

## **Chương 8: CÁC PHẦN TỬ TRONG HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN THỦY LỰC**

Tương tự như các phần tử trong hệ thống điều khiển khí nén, hệ thống thủy lực cũng gồm những phần tử cơ bản như van đảo chiều, van tiết lưu, van áp suất... Sau đây sẽ giới thiệu một số phần tử thủy lực cơ bản.

### **8.1. VAN ĐẢO CHIỀU (Directional Control valve)**

#### **8.1.1 Chức năng-cấu tạo:**

##### **a) Chức năng:**

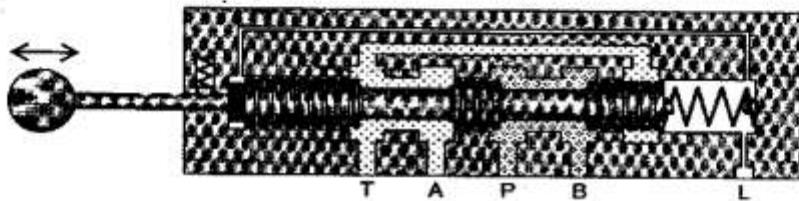
Van đảo chiều là một phần tử thủy lực được dùng để đóng, mở, và chuyển hướng dòng lưu chất trong các hệ thống thủy lực. Thông thường có 2 loại van đảo chiều: loại tác động trực tiếp và loại tác động gián tiếp (Pilot)

##### **b) Kết cấu van:**

Tương tự như các van đảo chiều khí nén, van đảo chiều thủy lực gồm 2 bộ phận chính: thân van và nòng van (hình 8.1).

Nòng van thủy lực thường có 2 dạng dịch chuyển:

- Dạng tịnh tiến (hình 8.1)
- Dạng xoay



*Hình 8.1: Van đảo chiều dạng tịnh tiến*

#### **8.1.2 Ký hiệu và tên gọi van:**

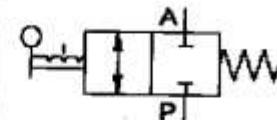
Ký hiệu và tên gọi van đảo chiều thủy lực tương tự như van đảo chiều khí nén, chúng chỉ khác nhau vài điểm cơ bản:

- Cửa xả của van đảo chiều thủy lực ký hiệu là T thay vì là R (hoặc S) ở van khí nén, và cửa này được nối về bệ dầu.
- Van thủy lực thường chỉ có một cửa xả (van 4/2, 4/3) trong khi van khí nén có thể có 2 cửa xả, chẳng hạn van 5/2.
- Giá thành các van đảo chiều thủy lực rất cao so với các van đảo chiều khí nén.

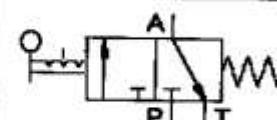
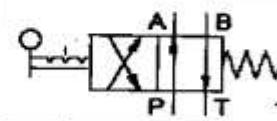
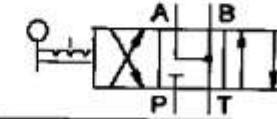
Sau đây là ký hiệu một số van đảo chiều thường dùng trong các hệ thống thủy lực:

• Tác động bằng tay:

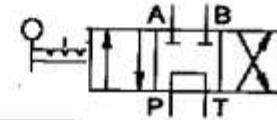
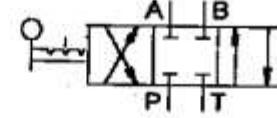
Van 2/2 thường đóng



Van 3/2 thường đóng

Van 4/2 ( $P \rightarrow A, B \rightarrow T$ )Van 4/3 nối giữa ( $A \rightarrow B \rightarrow T$ )

Van 4/3 vị trí giữa nguồn nối cửa xả

Van 4/3 đóng vị trí giữa ( $P, A, B, T$ )

• Tác động bằng điện:

Van 4/2 ( $P \rightarrow A, B \rightarrow T$ )Van 4/3 đóng vị trí giữa ( $P, A, B, T$ )

## 8.2. VAN ÁP SUẤT (Pressure valves)

**Chức năng:** Van áp suất là tên gọi của nhóm van được điều khiển bởi tín hiệu áp suất. Van có 2 chức năng chính: *điều chỉnh* và *đóng định áp suất* của hệ thống thủy lực hoặc của các bộ phận trong hệ thống.

Van áp suất dùng trong hệ thống thủy lực được chia thành các nhóm:

- Van tràn (Pressure relief valve)
- Van giảm áp (Pressure-reducing valve)

### 8.2.1. Van tràn (Pressure relief valve)

**Chức năng:** dùng để thiết lập áp suất làm việc của hệ thống thủy lực, không chế sự tăng áp suất quá trị số qui định. Như vậy, tùy vào mục đích sử dụng, van tràn có chức năng của một van an toàn (Safety valve), hoặc van cân (Counter balance valve).

Dựa vào phương pháp tác động người ta phân làm 2 loại van tràn:

**a) Van tràn điều khiển trực tiếp (Direct-acting relief valve)**

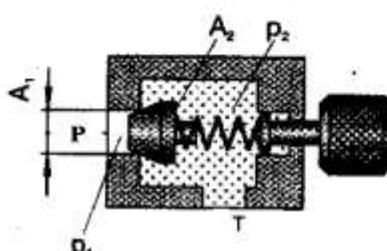
Nguyên tắc làm việc của van tràn là dựa vào sự cân bằng lực trên con trượt van giữa 2 lực: lực do kết cấu van được điều chỉnh trước (lực căng lò xo), và lực do áp suất chất lỏng  $P$  tạo thành (hình 8.2a). Ngoài ra để tăng độ nhạy của van và giảm chấn động, người ta sử dụng lớp đệm dầu (hình 8.2b, c)

Theo sơ đồ tác ở hình 8.2a, ta có:

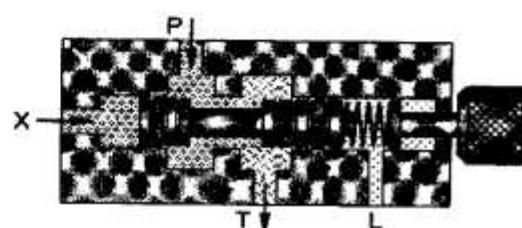
$$\text{Lực tác động của lò xo: } F_{lx} = kx \quad (\text{k: độ cứng, } x: \text{chuyển vị lò xo})$$

$$\text{Lực mở van tràn: } F = P_1 A_1$$

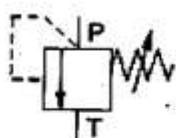
$$\text{Điều kiện mở van: } F > F_{lx} + P_2 A_2$$



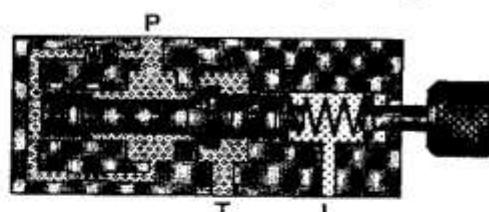
a) Nguyên lý cấu tạo



b) Dùng đệm dầu, tác động bên ngoài



d) Ký hiệu



c) Dùng đệm dầu, tác động bên trong

**Hình 8.2: Van tràn điều khiển trực tiếp**

**b) Van tràn điều khiển gián tiếp (Pilot-operated relief valve)**

Trong các hệ thống thủy lực có áp suất cao, van tràn điều khiển trực tiếp sẽ không đáp ứng vì lực căng lò xo sẽ rất lớn. Để giảm lực lò xo ở điều kiện áp suất và lưu lượng lớn, đồng thời để tăng độ nhạy và độ ổn định áp suất của van, người ta sử dụng van tràn điều khiển gián tiếp.

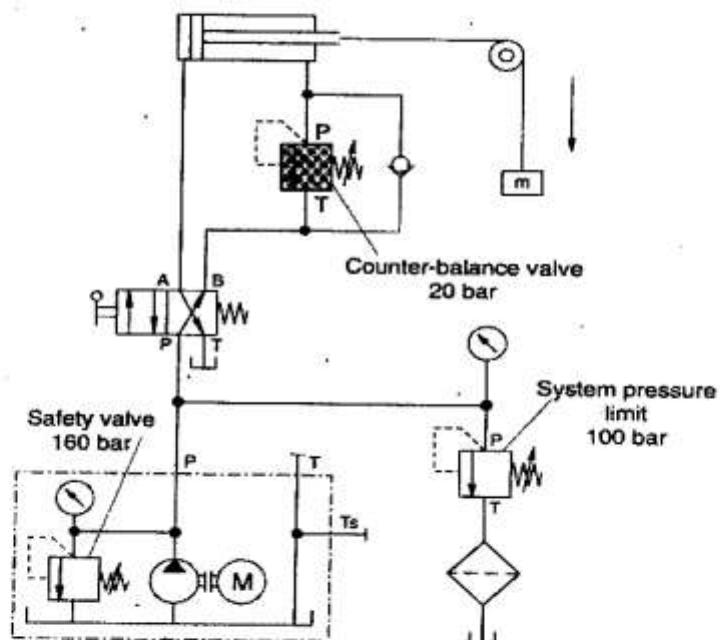
Nguyên lý cấu tạo và ký hiệu van tràn điều khiển gián tiếp thể hiện trên hình 8.3. Van gồm hai bộ phận: van chính (main relief valve) thường đóng nhờ 1 lò xo lớn, và van phụ trợ (pilot valve). Khi áp suất của hệ thống tăng đến một giá trị xác định, dầu qua khe hở (Orifice A), tác động vào van phụ trợ rồi ra ngoài (Drain port), làm giảm áp suất của hệ thống.



### c) Ứng dụng van tràn

Về bản chất, van tràn được sử dụng trong các hệ thống thủy lực với các chức năng:

- Van an toàn (Safety valve)
- Van cân (Counter-balance valve), dùng kết hợp van một chiều
- Giới hạn áp suất trong hệ thống (System pressure limit)



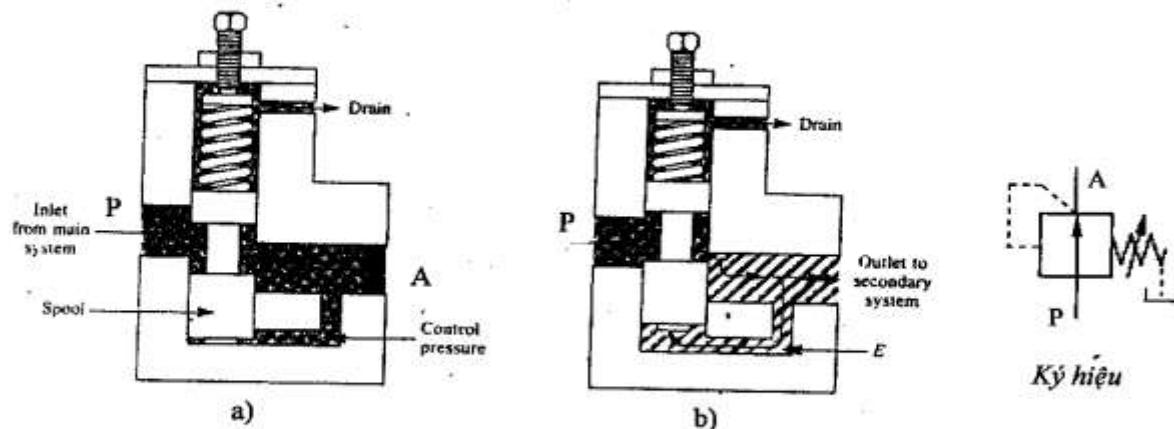
Hình 8.4: Ứng dụng của van tràn

#### 8.2.2. Van giảm áp (Pressure-reducing/regulator valve)

Van giảm áp bao hàm cả chức năng giảm áp suất đầu ra (thấp hơn áp suất đầu vào van) và ổn định áp suất này kể cả khi có thay đổi áp suất đầu vào van, nghĩa là ở đầu ra của van giảm áp, áp suất luôn duy trì ở mức cố định và có giá trị nhỏ hơn áp suất đầu vào. Nguyên lý hoạt động và ký hiệu van giảm áp tác động trực tiếp được thể hiện trên hình 8.5.

Nguyên tắc hoạt động của van giảm áp dựa trên sự cân bằng của những lực tác dụng ngược chiều nhau trên nòng van: lực tạo thành bởi lực nén của lò xo do ta chỉnh định trước và áp suất của chất lỏng tại cửa ra A (hình 8.5).

Theo đó cửa P luôn thông với cửa A, khi áp suất cửa ra (A) tăng, dầu qua đường E tác động vào mặt dưới của nòng van làm lò xo bị nén lại (hình 8.5b), nòng van bị đẩy lên, làm giảm tiết diện chảy qua van, kết quả làm giảm lưu lượng dòng chảy từ cửa P qua A nhằm chống lại sự tăng áp suất ở đầu ra.



Hình 8.5: Nguyên lý hoạt động, ký hiệu van giảm áp

### 8.3. VAN MỘT CHIỀU (Non-Return valve)

Van một chiều thuộc nhóm van chỉ cho dòng lưu chất đi qua van theo một chiều. Dựa vào tính năng và kết cấu của các van thuộc nhóm này, người ta chia ra các loại van này như sau:

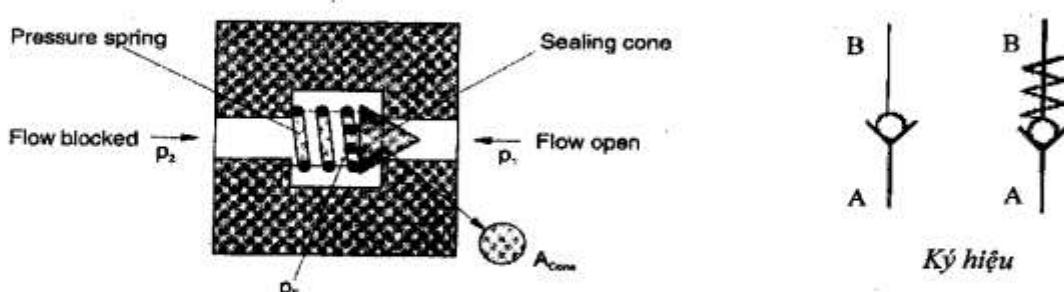
#### 8.3.1 Van một chiều không điều khiển được hướng chặn (Non-Return valve)

##### a) Nguyên lý

Chỉ cho dòng lưu chất đi theo một chiều duy nhất (từ A sang B). Nguyên lý hoạt động và ký hiệu van một chiều không điều khiển được hướng chặn cho ở hình 8.6.

Điều kiện để van một chiều làm việc:

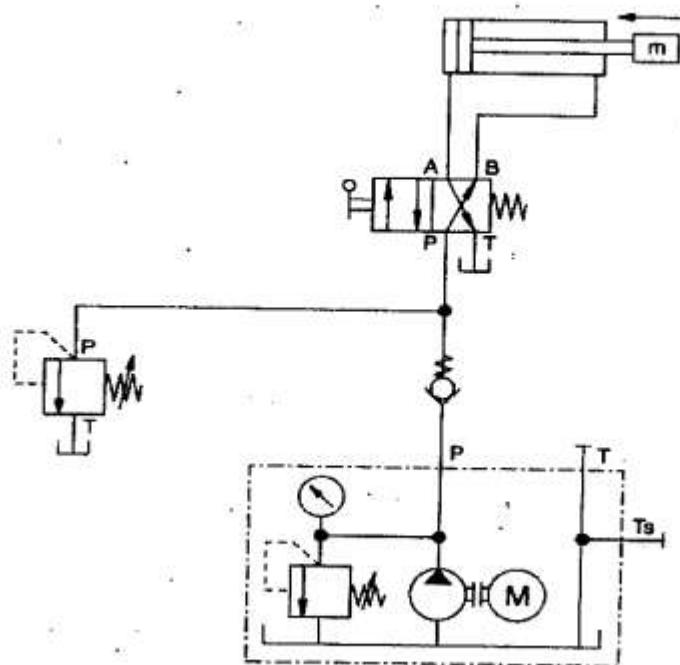
$$P_1 > P_2 + F_{LX}$$



Hình 8.6: Nguyên lý cấu tạo và ký hiệu van một chiều

##### b) Ứng dụng van một chiều

Sơ đồ mạch ở hình 8.7 sử dụng một van một chiều lắp ở cửa vào van đảo chiều 4/2 để không chế tài trọng m theo chiều hạ xuống khi bơm dầu ngừng hoạt động.

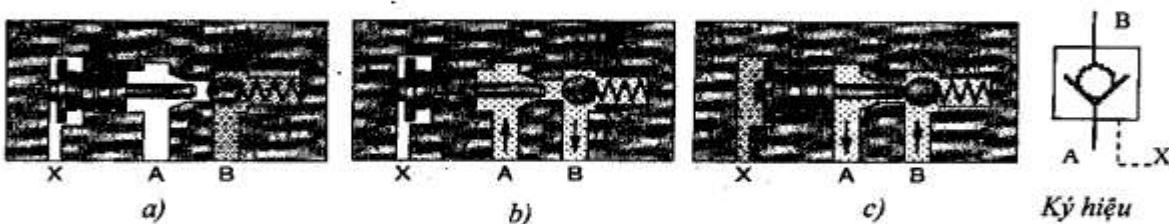


Hình 8.7: Ứng dụng van một chiều để bảo vệ bơm

### 8.3.2 Van một chiều điều khiển được hướng chặn (Piloted non-Return valve)

#### a) Nguyên lý

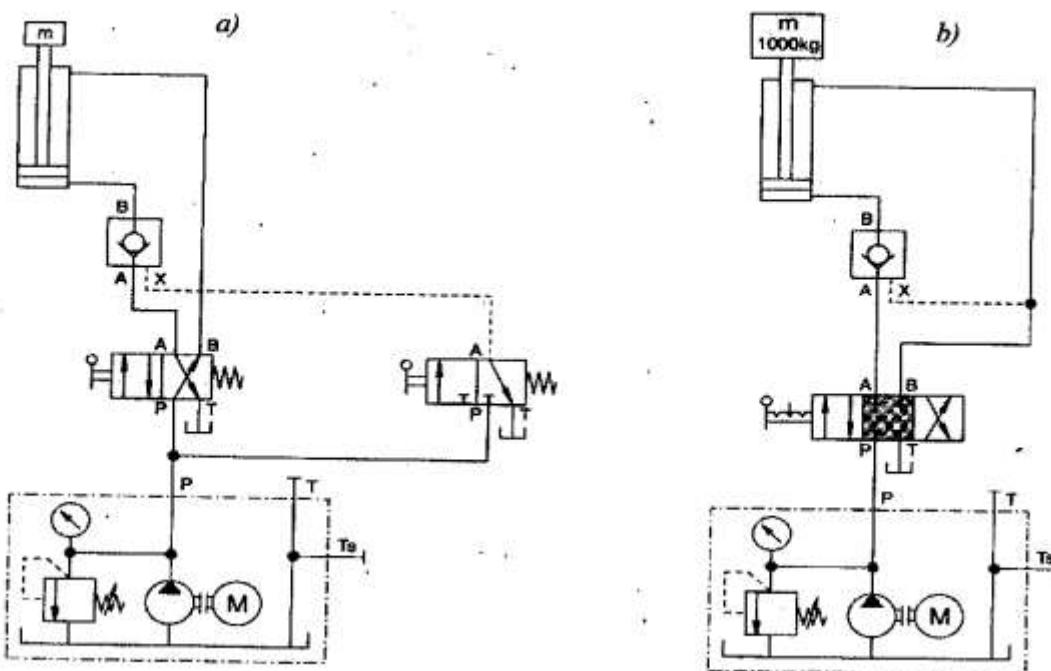
Nguyên lý hoạt động của van này thể hiện trên hình 8.8. Theo đó, khi không có tín hiệu tác động ngoài X (hình 8.8b) đây là van một chiều có chiều từ A qua B. Khi có tín hiệu tác động X (hình 8.8c), dòng chảy theo chiều ngược lại từ B qua A.



Hình 8.8: Van một chiều ĐK được hướng chặn

#### b) Ứng dụng van một chiều điều khiển được hướng chặn

Hình 8.9 là sơ đồ ứng dụng van một chiều điều khiển được hướng chặn để nâng vật có khối lượng m lên. Mạch ở hình 8.9a dùng van đảo chiều 4/2 nên cần sử dụng van điều khiển phụ 3/2. Mạch ở hình 8.9b được rút gọn hơn do dùng van 4/3 khóa vị trí giữa.

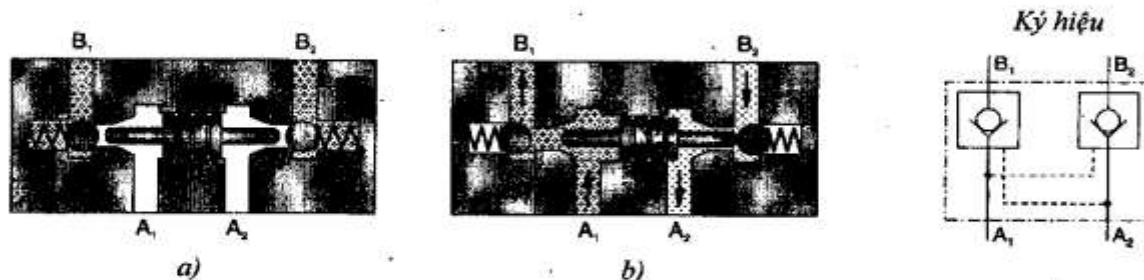


Hình 8.9: Ứng dụng của van một chiều ĐK được hướng chặn

### 8.3.3 Van một chiều tác động khóa lẩn (Piloted double non-return valve)

#### a) Nguyên lý

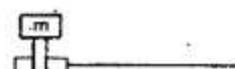
Nguyên lý hoạt động của van một chiều tác động khóa lẩn thể hiện trên hình 8.10. Chiều dòng chảy từ  $A_1$  qua  $B_1$ , hoặc từ  $A_2$  qua  $B_2$  tương tự như van 1 chiều (hình 8.10a). Nhưng khi dầu chảy từ  $B_2$  về  $A_2$ , thì phải có tín hiệu  $A_1$  (hình 8.10b), hoặc khi dầu chảy từ  $B_1$  về  $A_1$ , thì phải có tín hiệu  $A_2$ .



Hình 8.10: Van một chiều tác động khóa lẩn

#### b) Ứng dụng van một chiều tác động khóa lẩn

Mạch ứng dụng van một chiều tác động khóa lẩn như hình 8.11 để nâng, hạ tải trọng  $m$ . Khi dùng van này, tải trọng  $m$  sẽ giữ ở vị trí chính xác và an toàn khi van đảo chiều ở vị trí trung gian.



*Hình 8.11: Ứng dụng của van một chiều tác động khóa lẩn*

#### 8.4. VAN TIẾT LUU (Flow control valve)

##### 8.4.1 Chức năng

Van tiết lưu có chức năng điều chỉnh lưu lượng dòng chảy qua van, từ đó nhằm mục đích điều chỉnh vận tốc làm việc của cơ cấu chấp hành (tốc độ của xi lanh, r.p.m của động cơ thủy lực...)

##### 8.4.2 Nguyên lý làm việc

Nguyên tắc làm việc của van tiết lưu là dựa vào mối quan hệ giữa lưu lượng dòng chảy qua van  $q_v$  và tiết diện chảy  $A$ .

Nếu ta gọi  $q_v$  là lưu lượng dòng chảy qua van tiết lưu, theo công thức Toricelli ta có:

$$q_v = \alpha A \sqrt{\frac{2 \Delta P}{\rho}} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

Trong đó:

$\alpha$  hệ số lưu lượng

$\rho$  khối lượng riêng lưu chất,  $[\text{kg}/\text{m}^3]$

$A$  tiết diện ngang của tiết lưu,  $[\text{m}^2]$  Tiết diện tròn:  $A = \pi D^2 / 4$

$\Delta P$  chênh áp trước và sau van tiết lưu,  $[\text{N}/\text{m}^2]$   $\Delta P = P_1 - P_2$

Trong thực tế thường có 2 dạng điều chỉnh khe hở tiết lưu:

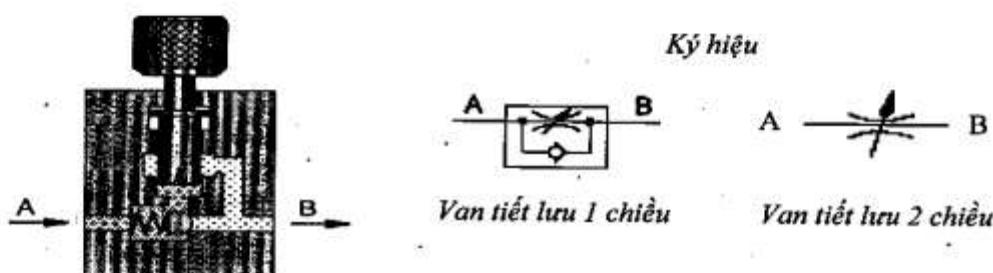
- Van tiết lưu điều chỉnh dọc trực (hình 8.12a)
- Van tiết lưu điều chỉnh quanh trực (hình 8.12b)

Hình 8.12: Nguyên lý điều chỉnh khe

#### 8.4.3 Phân loại van tiết lưu

Thông thường người ta phân van tiết lưu thành 2 loại :

- **Van tiết lưu một chiều (One-way flow control valve):** Chỉ tiết lưu dòng lưu chất qua van theo một chiều (từ A đến B), chiều ngược lại (từ B đến A) không bị tiết lưu (hình 8.13)
- **Van tiết lưu hai chiều (Two-way flow control valve):** cả 2 chiều từ A đến B hoặc từ B sang A đều bị tiết lưu

Hình 8.13: Van tiết lưu một chiều

#### 8.4.4 Sự phụ thuộc tải trọng, áp suất và lưu lượng qua van tiết lưu

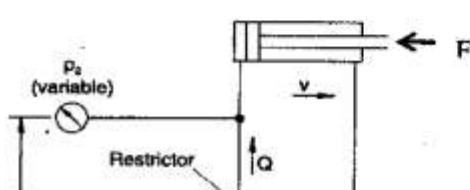
Theo sơ đồ ở hình 8.14. Nếu gọi  $\Delta P$  là tổn thất áp suất hoặc chênh lệch áp suất qua van tiết lưu ( $\Delta P = P_1 - P_2$ ), kết hợp công thức Torricelli ta nhận thấy:  $(q_v = \alpha A \sqrt{\frac{2 \Delta P}{\rho}})$

- Với một tiết diện xác định của van tiết lưu ( $A$ ), độ chênh áp  $\Delta P$  (tổn thất áp suất) qua van sẽ thay đổi khi tải trọng  $F_T$  thay đổi, điều này làm vận tốc  $v$  của cơ cấu chấp hành thay đổi, cụ thể:

- Khi tải trọng  $F_T$  tăng, hiệu áp  $\Delta P$  qua van tiết lưu giảm, lưu lượng qua van tiết lưu  $q_v$  giảm, dẫn đến vận tốc  $v$  của cơ cấu chấp hành giảm.

- Vâ khi tải trọng giảm, hiệu áp  $\Delta P$  qua van tiết lưu tăng, lưu lượng qua van tiết lưu  $q_v$  tăng dẫn đến vận tốc  $v$  của cơ cấu chấp hành tăng.

Như vậy, với các dạng van tiết lưu bằng tiết diện thông thường, khi tải trọng thay đổi, sẽ làm thay đổi hiệu áp suất qua van, dẫn đến làm thay đổi vận tốc của cơ cấu chấp hành.



## 8.5. BỘ ỐN TỐC

### 8.5.1 Chức năng:

Trong những cơ cấu chấp hành cần chuyển động êm, độ chính xác về vận tốc cao, thì các hệ thống điều chỉnh đơn giản như van tiết lưu là không thể 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 dàn hồi của dầu, sự rò dầu cũng như sự thay đổi nhiệt độ...

Ngoài những nguyên nhân trên, hệ thống thủy lực làm việc còn bị ảnh hưởng bởi những sai số trong việc chế tạo các phần tử.

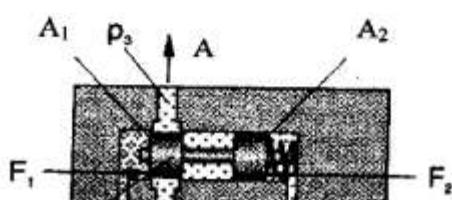
Do vậy, muốn cho vận tốc cơ cấu chấp hành được ổn định, duy trì được trị số đã điều chỉnh, trong các mạch thủy lực người ta cần lắp thêm một phần tử nhằm loại trừ ảnh hưởng của các nguyên nhân làm mất ổn định vận tốc, đó là bộ ốn tốc.

### 8.5.2 Kết cấu bộ ốn tốc:

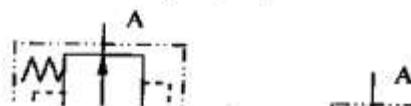
Bộ ốn tốc gồm 2 phần tử chính (hình 8.15) : van tiết lưu hai chiều (1) và van giảm áp (2).

Xét điều kiện cân bằng trên nòng van giảm áp khi làm việc:

$$\begin{aligned}
 F_1 &= F_2 & \text{Trong đó: } F_1, F_2: \text{lực tác động lên nòng van bên trái và phải} \\
 F_1 &= A_1 P_1 & F_{LX}: \text{lực phản hồi của lò xo} \\
 F_2 &= A_2 P_2 + F_{LX} & A_1, A_2: \text{tiết diện định nòng van phía bên trái và phải} \\
 (A_1 &= A_2) & P_1, P_2: \text{áp suất trước và sau van tiết lưu} \\
 F_{LX} &= A_1 (P_1 - P_2) & \Delta P: \text{chênh lệch áp suất trước và sau van tiết lưu} \\
 \Rightarrow \Delta P &= P_1 - P_2 = \frac{F_{LX}}{A_1} = \text{const}
 \end{aligned}$$



Ký hiệu bộ ốn tốc



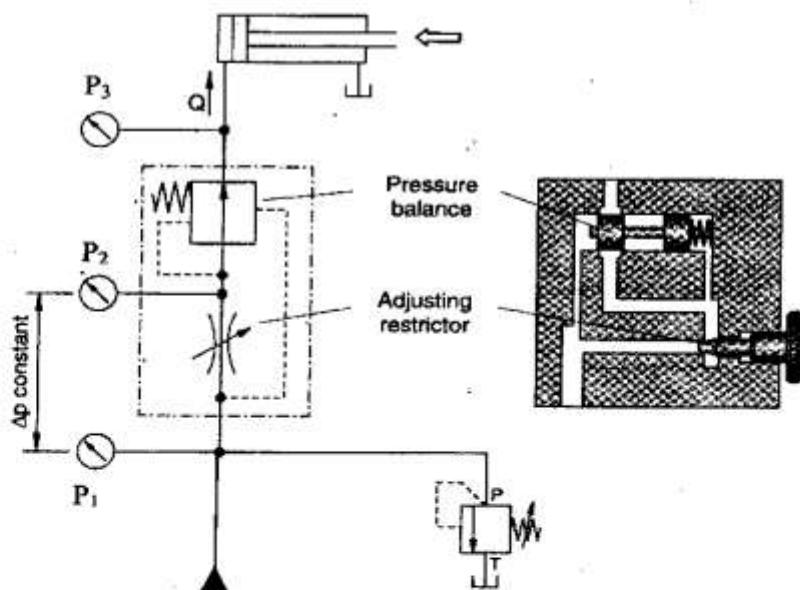
Nhận xét:

- Đặc trưng cơ bản của bộ ồn tốc khi hoạt động là hiệu áp suất  $\Delta P$  qua van tiết lưu là không đổi khi tải trọng thay đổi.

- Thật vậy theo công thức Torricelli: với một tiết diện A xác định, khi hiệu áp  $\Delta P$  cố định, thì lưu lượng qua van sẽ không đổi, điều này làm vận tốc dịch chuyển của cơ cấu chấp hành cũng không đổi.

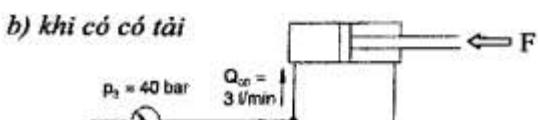
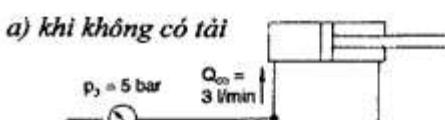
**8.5.3 Ứng dụng bộ ồn tốc**

Sơ đồ nêu ở hình 8.16 để ổn định tốc độ dịch chuyển của xilanh khi tải trọng thay đổi, người ta sử dụng bộ ồn tốc.



Hình 8.16: Ứng dụng của bộ ồn tốc trong mạch thủy lực

Để thấy rõ hơn quan hệ giữa độ giảm áp (tồn thắt áp suất)  $\Delta P$  với lưu lượng dòng chảy  $Q$  bộ ồn tốc ta có thể tham khảo 2 sơ đồ nêu ở hình 8.17 dưới đây.



Hình 8.17: Thay đổi áp suất, lưu lượng qua bộ ống tốc

## 8.6. XI LANH THỦY LỰC (*Hydraulic cylinder*)

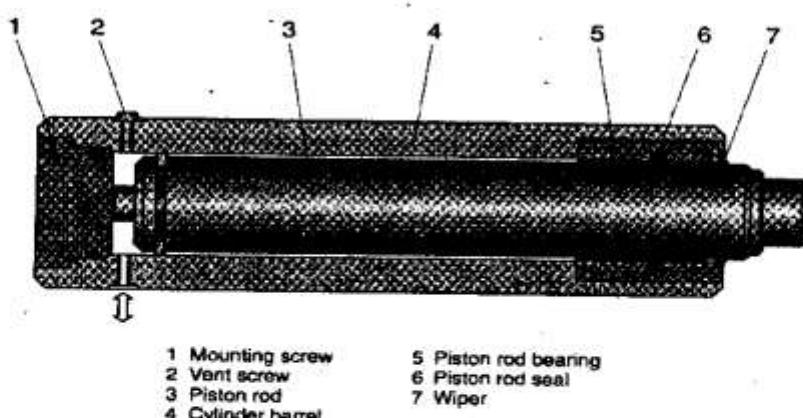
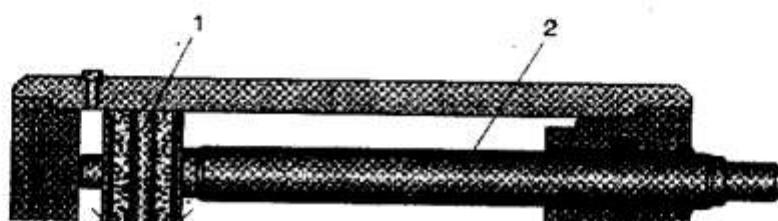
### 8.6.1 Chức năng

Xi lanh thủy lực là cơ cấu chấp hành có nhiệm vụ chuyển năng lượng dầu ép thành năng lượng cơ học dưới dạng chuyển động tịnh tiến, hoặc chuyển động quay (xi lanh quay).

### 8.6.2 Phân loại

Dựa theo khả năng tác động, người ta chia làm 2 loại:

- Xi lanh tác động đơn (*Single acting cylinder*) (hình 8.18)
- Xi lanh tác động kép (*Double acting cylinder*) (hình 8.19)

Hình 8.18: Xilanh tác động đơn

Để bảo đảm cho quá trình làm việc của xi lanh không bị va đập ở vị trí cuối hành trình, các xi lanh có vận tốc dịch chuyển  $> 6$  m/phút cần phải có bộ phận giảm chấn (*cushioning*).

### 8.6.3 Đặc tính làm việc của xilanh

Khi chọn xi lanh cần lưu ý đến việc xác định lực tác động thích hợp

- Lực đẩy lý thuyết  $F_1$  của một xi-lanh được xác định:

$$F_1 = P_A [N]$$

Trong thực tế tính toán phải kể đến hiệu suất làm việc của xi lanh  $\eta$ . Hiệu suất này phụ thuộc vào các yếu tố: chất lượng bề mặt gia công của xi lanh, của cần piston, các bộ phận làm kín (*sealing system*), hiệu suất  $\eta$  càng được cải thiện khi sử dụng ở áp suất càng cao.

Thông thường chọn  $n = 0.85 - 0.95$

- ### • Lực đẩy thực tế E<sub>1</sub> của xi lanh:

$$F_t = P_t A_t n \in [N]$$

Từ đây ta có thể tính được đường kính D của piston:

$$D = \sqrt{\frac{4F}{P_n \pi}}$$

- #### • Vận tốc dịch chuyển y của piston:

$$v = \frac{Q}{A} \cdot , \quad [\text{m/s}]$$

Trong đó:

Q lưu lượng dầu cấp cho xi lanh,  $m^3/s$

A = diện tích định piston,  $m^2$

Đường kính xi lanh, đường kính cần piston và áp suất sử dụng thông thường được tiêu chuẩn hóa theo DIN, ISO, 3320/3322.

Các đường kính trong  $D$  của xi lanh, theo TS (mm):

12      16      20      -      25      -      32      -      40      50      63

100 125 160 200 220 250 280 320 360 400

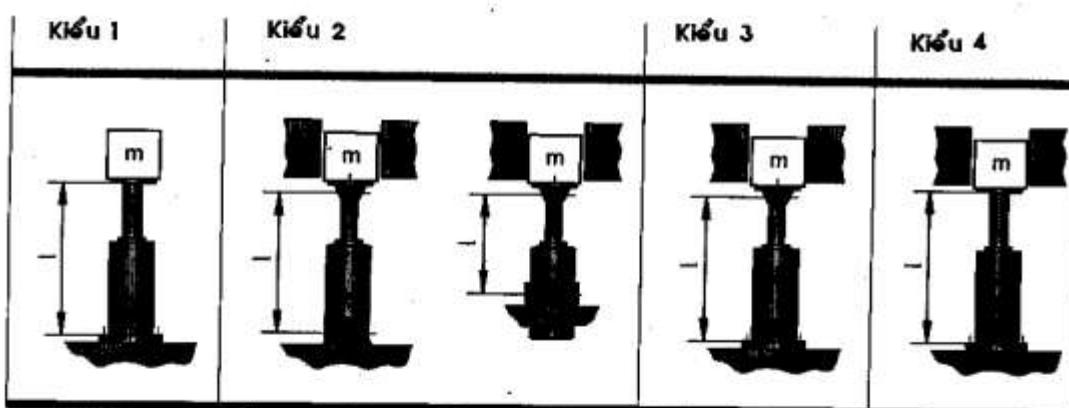
Các đường kính cần piston theo TC (mm):

8	10	-	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36
	40							45	50	63	63	70
	80	90										
	100	110	112	140	160	180	200	220	250	280	320	360

Áp suất sử dụng theo TC (bar):

25 40 63 100 160 200 250 315 400 500 630

Các kiểu lắp xi lanh với hệ thống:



## Chương 9 : ĐIỀU KHIỂN THỦY LỰC VÀ ĐIỆN - THỦY LỰC

### 9.1. KHÁI NIỆM

#### 9.1.1 Thành phần của một hệ thống thủy lực:

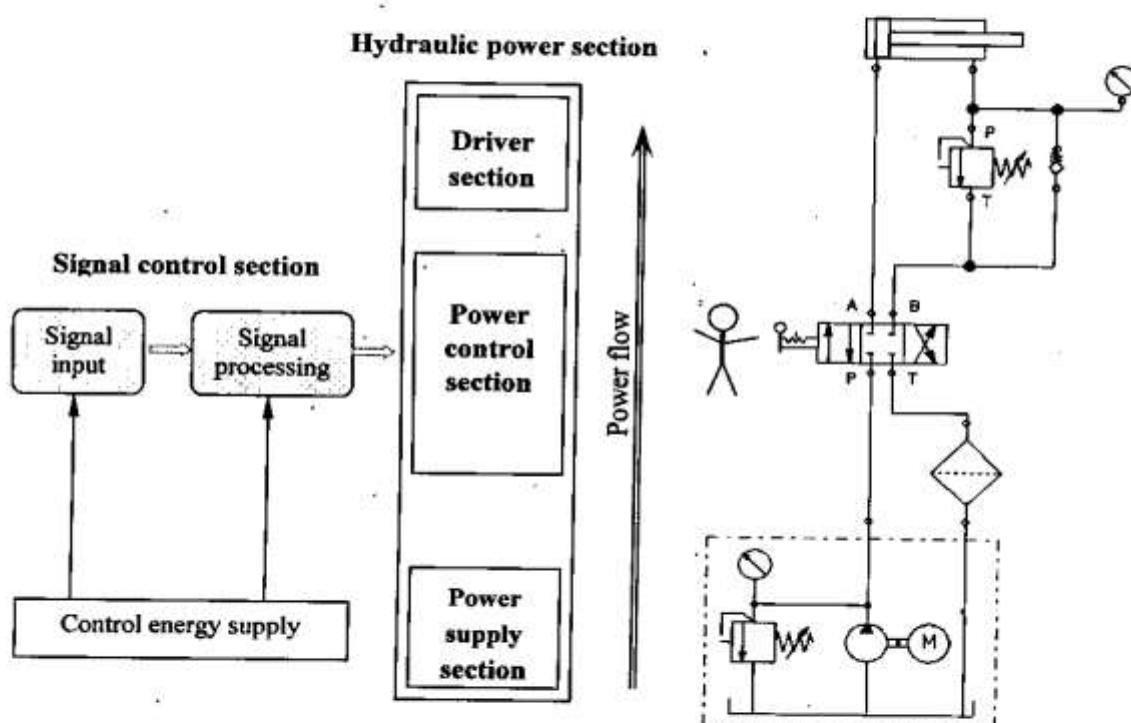
Tương tự như hệ thống điều khiển khí nén, một hệ thống điều khiển thủy lực thường gồm 3 thành phần cơ bản:

- **Bộ phận tạo năng lượng:** tạo ra và duy trì năng lượng dưới dạng áp suất của dòng lưu chất để cung cấp cho hệ thống, chúng gồm bơm dầu, bộ lọc, bể dầu...

- **Phản tử điều khiển:** điều khiển hướng của dòng năng lượng cấp cho phản tử tác động, chúng là các van đảo chiều.

- **Phản tử tác động:** biến đổi năng lượng thủy lực (áp suất) thành năng lượng cơ học dạng chuyển động tịnh tiến (xilanh) hoặc quay (động cơ dầu)

Cấu trúc cơ bản của một hệ thống thủy lực được thể hiện ở hình 9.1



Hình 9.1: Cấu trúc cơ bản hệ thống thủy lực

#### 9.1.2 Các lưu ý khi thiết kế hệ thống truyền động thủy lực:

Khi thiết kế hệ thống thủy lực cần quan tâm các vấn đề cơ bản sau:

- Mạch thủy lực khi hoạt động phải đúng trình tự các bước như yêu cầu đặt ra (theo biểu đồ trạng thái hoặc sơ đồ bước).

- Áp suất làm việc của hệ thống: dựa vào tải trọng yêu cầu, cấu hình cơ cấu chấp hành (đường kính xilanh, loại động cơ thủy lực...) cần tính toán xác định áp suất làm việc hợp lý. Đồng thời cần chọn máy bơm, các phụ kiện phù hợp, và điều chỉnh đúng các thông số làm việc của van áp suất.

- Lưu lượng dầu cấp cho hệ thống: dựa vào đặc tính tải trọng, vận tốc yêu cầu của cơ cấu chấp hành...để xác định lưu lượng dầu cấp cho hệ thống phù hợp.

- Ngoài việc xác định áp suất làm việc phù hợp của hệ thống, một yếu tố quan trọng cần quan tâm đó là phải lắp các phần tử bảo vệ quá áp như van an toàn, van tràn, van giảm áp... để bảo vệ hệ thống.

- Tùy theo đặc tính làm việc của hệ thống (liên tục hoặc gián đoạn), môi trường làm việc...để lựa chọn các phần tử thủy lực và loại dầu thủy lực cho phù hợp.

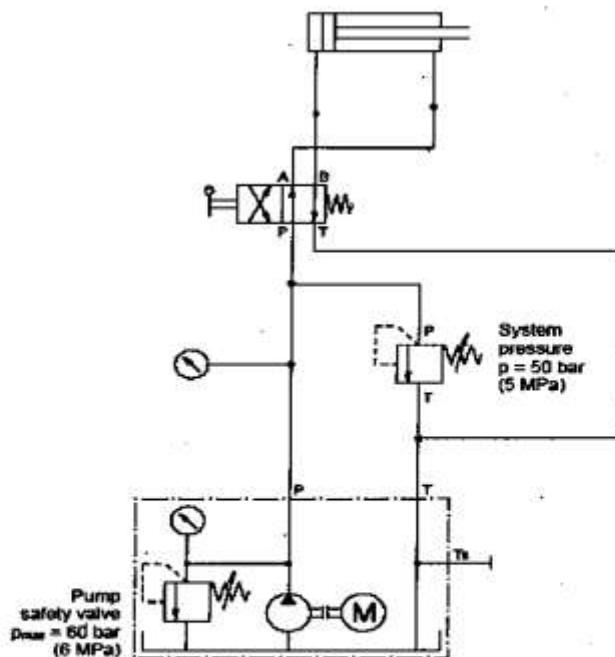
- Để hạn chế việc nóng lên của dầu thủy lực trong quá trình làm việc, nhất là các hệ thống hoạt động liên tục trong thời gian dài, cần lắp đặt các thiết bị giải nhiệt cho bể dầu.

## 9.2. MẠCH THỦY LỰC ĐIỀU KHIỂN BẰNG TAY

Mạch thủy lực điều khiển bằng tay chủ yếu dùng cho các điều khiển đơn giản như để kẹp chặt phôi, dây, nâng hạ chi tiết, mạch điều khiển các xe nâng, xe cầu... Trong mạch thường dùng các van đảo chiều 4/2 hoặc 4/3 tác động bằng tay dạng cần gạt.

Dưới đây là một số sơ đồ mạch thủy lực điều khiển bằng tay dạng đơn giản.

Hình 9.2 là sơ đồ mạch điều khiển bằng tay một xi lanh. Trong mạch có sử dụng phần tử giới hạn áp suất là van tràn hoạt động ở mức 50 bar.



*Hình 9.2: Mạch điều khiển bằng tay một xi lanh thủy lực*

### 9.3. MẠCH ĐIỀU KHIỂN BẰNG ĐIỆN - THỦY LỰC

Tương tự như ở mạch điều khiển khí nén, cơ sở thiết kế mạch điều khiển thủy lực (hay còn gọi là 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 mạch phải đảm bảo hoạt động của cơ cấu chấp hành đúng hướng và trình tự làm việc.

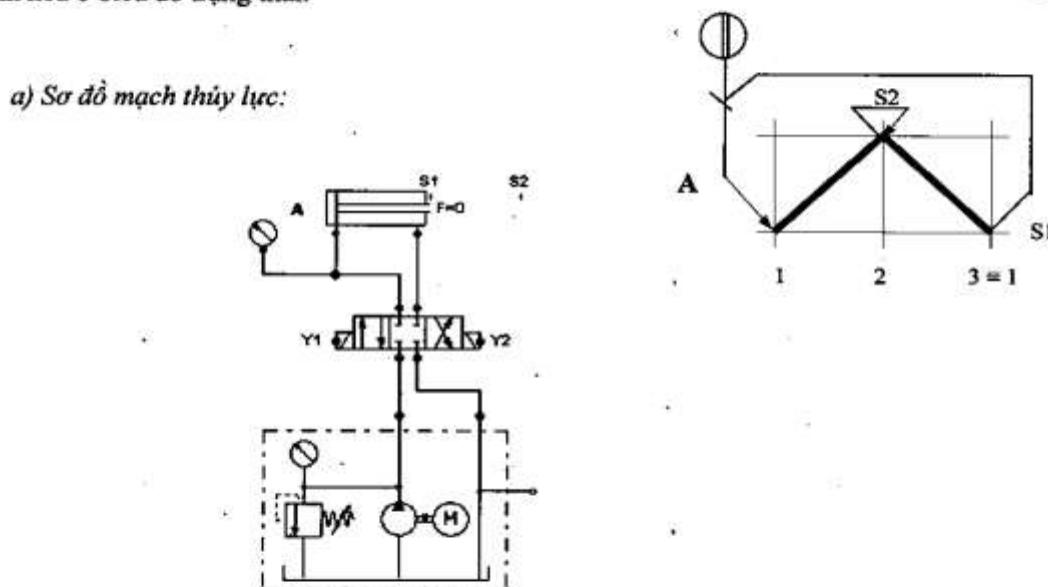
Trong các hệ thống thủy lực (hoặc khí nén), ta thường gặp 3 loại mạch điều khiển: Mạch điều khiển tuần tự, mạch điều khiển theo nhịp và mạch điều khiển theo tầng.

### 9.3.1 Mạch điều khiển tuần tự

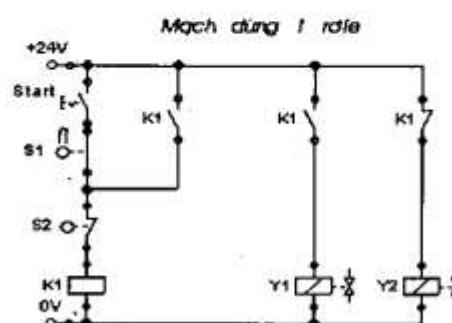
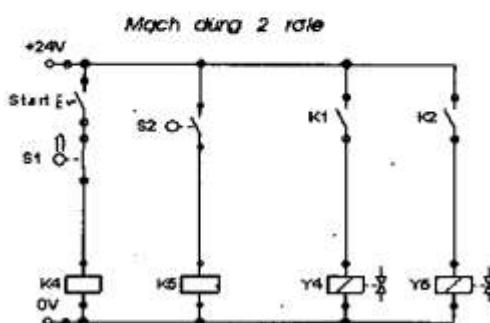
Mạch sẽ thực hiện lần lượt theo trình tự các bước, khi bước n kết thúc sẽ phát tín hiệu cho bước n+1 thực hiện.

a) Mạch điều khiển 1 xi lanh bằng điện-thủy lực:

**Ví dụ 9.1:** Thiết lập sơ đồ mạch điều khiển điện-thùy lực điều khiển xi lanh A theo chương trình nêu ở biểu đồ trạng thái.

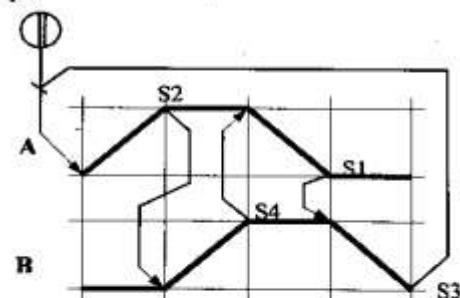


b) *Sơ đồ mạch điện điều khiển*



**b) Mạch điều khiển 2 xi lanh bằng điện-thủy lực:**

Ví dụ 9.2: Thiết kế mạch điều khiển 2 xi lanh A và B bằng điện - thủy lực theo chu trình làm việc nêu trong biểu đồ trạng thái (hình 9.6)



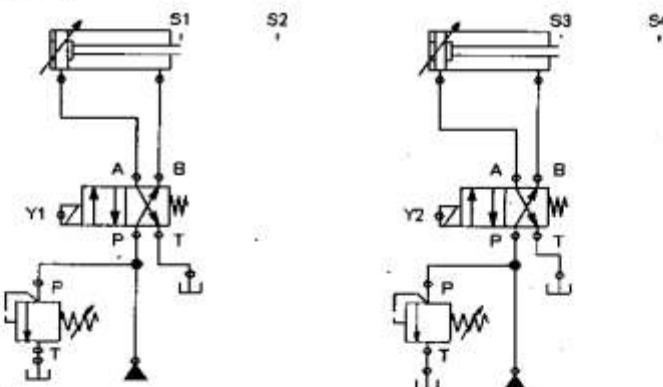
Hình 9.6: Biểu đồ trạng thái

Giải:

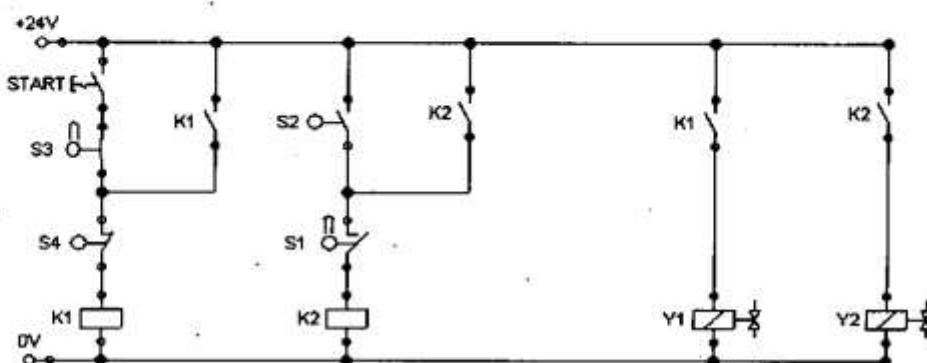
Từ biểu đồ trạng thái ta lần lượt phân tích được các bước hoạt động của 2 xi lanh như sau:

Bước	Tín hiệu vào	Tín hiệu ra
Bước 1	Start $\wedge$ S <sub>3</sub>	Y <sub>1</sub> (A+)
Bước 2	S <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub> (B+)
Bước 3	S <sub>4</sub>	$\overline{Y_1}$ (A-)
Bước 4	S <sub>1</sub>	$\overline{Y_2}$ (B-)

• Sơ đồ mạch thủy lực:



• Sơ đồ mạch điều khiển điện:



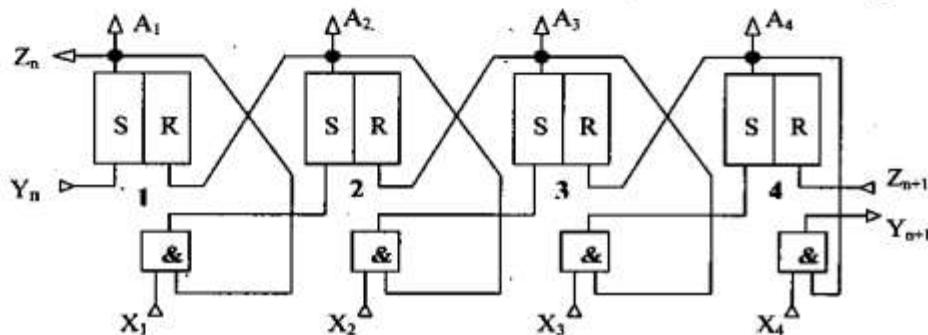
### 9.3.2 Mạch điều khiển theo nhịp

Nguyên tắc điều khiển theo nhịp là các bước thực hiện lệnh xảy ra lần lượt từng nhịp. Khi các lệnh trong một nhịp thực hiện xong, sẽ thông báo cho nhịp tiếp theo, đồng thời sẽ xoá lệnh nhịp thực hiện trước đó.

Một khối của nhịp điều khiển sẽ gồm các chức năng:

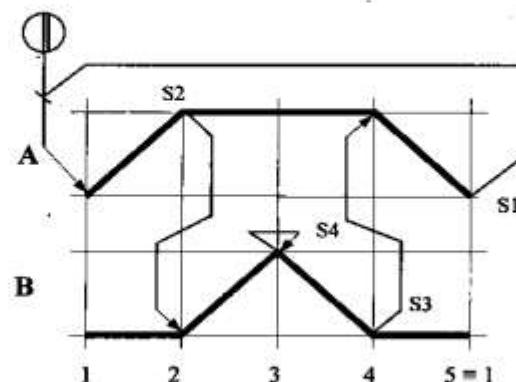
- Xoá các lệnh của nhịp trước đó
- Thực hiện lệnh của nhịp hiện hành
- Chuẩn bị cho nhịp tiếp theo

Hình 9.7 thể hiện nguyên lý mạch logic của một chuỗi điều khiển theo nhịp với 4 khối (đánh số theo thứ tự từ 1 đến 4). Theo sơ đồ: khi có tín hiệu tác động vào  $Y_n$  (chẳng hạn như tín hiệu khởi động) sẽ cho tín hiệu điều khiển ra  $A_1$  (giá trị L). Đồng thời sẽ tác động vào nhịp trước  $Z_{n-1}$  để xoá lệnh thực hiện trước đó. Đồng thời sẽ chuẩn bị cho nhịp tiếp theo cùng với tín hiệu vào  $X_1$ .



*Hình 9.7 : Mạch logic chuỗi điều khiển nhịp theo DIN 40-700*

**Ví dụ 9.3:** Thiết lập sơ đồ mạch điều khiển 2 xi lanh A và B bằng điện thùy lực theo chu trình nêu trong biểu đồ trạng thái ở hình 9.8



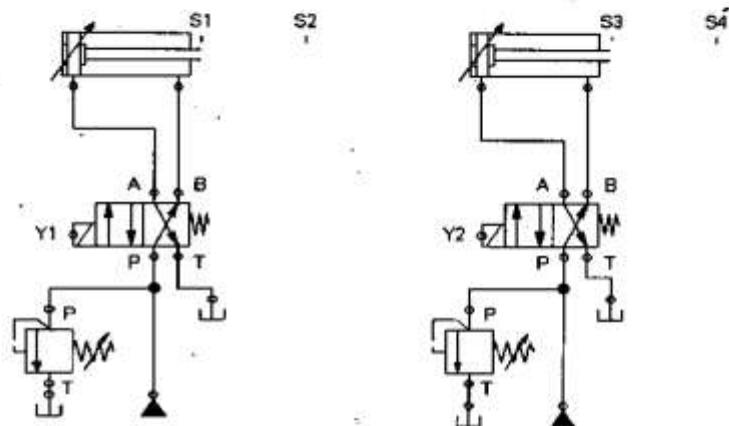
*Hình 9.8: Sơ đồ hành trình bước*

Giải:

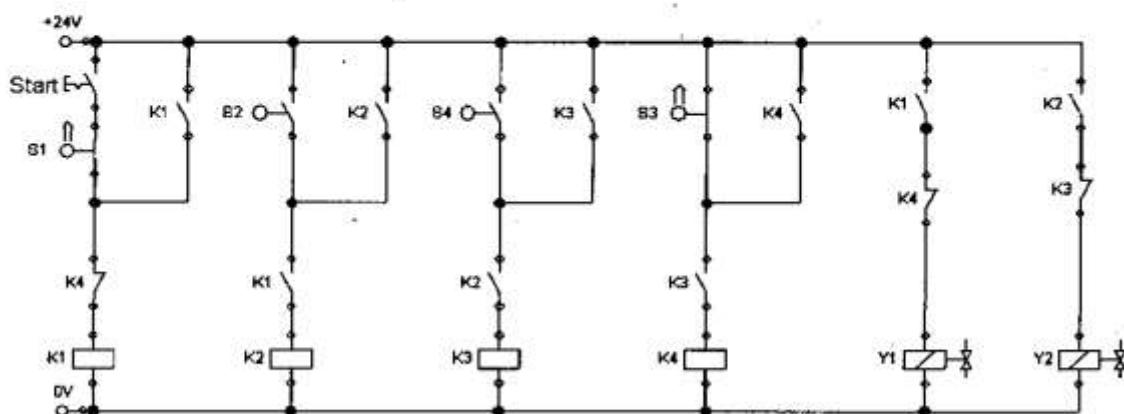
Từ biểu đồ trạng thái ta lần lượt phân tích được các bước hoạt động của 2 xi lanh như sau:

Bước	Tín hiệu vào	Tín hiệu ra
Bước 1	Start $\wedge$ S <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub> (A+)
Bước 2	S <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub> (B+)
Bước 3	S <sub>4</sub>	$\overline{Y_2}$ (B-)
Bước 4	S <sub>3</sub>	$\overline{Y_1}$ (A-)

- Sơ đồ mạch thủy lực:



- Sơ đồ mạch điều khiển điện:

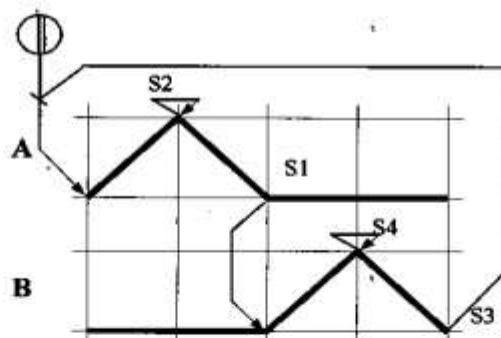


### 9.3.3 Mạch điều khiển theo tầng

Điều khiển theo tầng là bước hoàn thiện của điều khiển tự động theo hành trình. Nguyên tắc thiết kế mạch điều khiển theo tầng là chia các bước thực hiện (có chức năng tương tự) thành từng tầng riêng. Sự khác nhau cơ bản có tính chất quyết định bắt buộc phải thiết kế theo tầng là do đặc điểm của tín hiệu vào và chu trình điều khiển.

- Khi thiết kế mạch điều khiển theo tầng cần thỏa mãn 2 nguyên tắc:
    - Tín hiệu vào ở các bước trong cùng một tầng không được trùng nhau, do đó gộp các bước có tín hiệu vào giống nhau ta phải xét đến việc chia tầng.
    - Tại một thời điểm bất kỳ chỉ có duy nhất một tầng điều khiển hoạt động.
  - Để thực hiện việc thiết kế một mạch điều khiển theo tầng, thông thường người ta tiến hành theo các bước sau:
    - Lập biểu đồ trạng thái hoặc sơ đồ hành trình bước
    - Xác mối quan hệ giữa các tín hiệu (lập bảng)
    - Phân tầng điều khiển
    - Thiết lập mạch điện điều khiển theo các tầng.
- Để cụ thể hơn các bước này, ta sẽ xem xét ví dụ dưới đây.

**Ví dụ 9.4:** Thiết lập sơ đồ mạch điều khiển 2 xi lanh A và B bằng điện thủy lực theo chu trình nêu trong biểu đồ trạng thái ở hình 9.9



*Hình 6.9: Biểu đồ trạng thái*

Giải:

Bước 1: Lập sơ đồ hành trình bước  
(để bài đã cho)

Bước 2: Xác mối quan hệ giữa các tín hiệu

Bước này có thể không cần thiết nếu trên sơ đồ hành trình đã thể hiện đầy đủ mối quan hệ, tác động của các tín hiệu.

Mỗi quan hệ giữa các tín hiệu thể hiện tổ hợp giá trị logic của các phần tử đưa tín hiệu vào, dựa vào qui trình hoạt động của 2 xi lanh ta lập được bảng quan hệ:

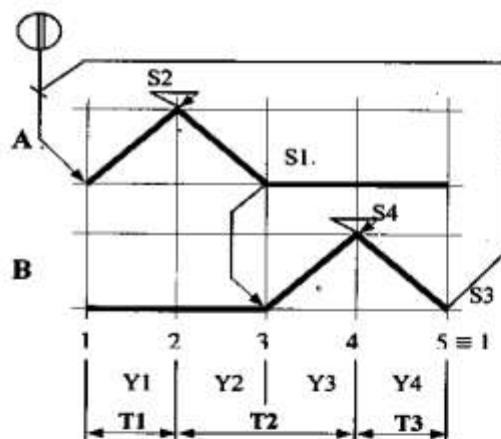
Các bước	Bước 1	Bước 2	Bước 3	Bước 4	Bước 5 $\equiv 1$
T/h vào S1	1	0	1	1	1
T/h vào S2	0	1	0	0	0
T/h vào S3	1	1	1	0	1
T/h vào S4	0	0	0	1	0
T/h ra		Y1 (A+)	Y2 (A-)	Y3 (B+)	Y4 (B-)

### Bước 3: Phân tầng điều khiển

Dựa vào sơ đồ hành trình bước, lần lượt từ trái qua ta thấy:

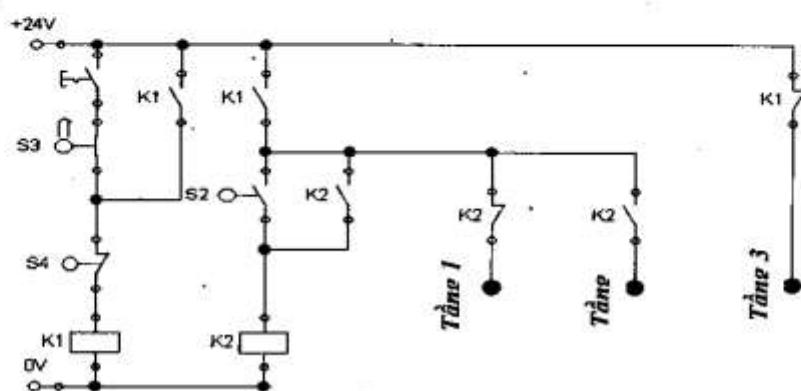
- Bước 1 có tín hiệu trùng bước 3, do vậy tầng 1 chỉ có thể từ bước 1 đến bước 2
  - Tiếp đến tầng 2 sẽ chỉ từ bước 2 đến bước 4 mà không thể kéo hết bước 5 vì bước 3 có tín hiệu trùng bước 5.
  - Còn lại tầng 3 sẽ từ bước 4 đến bước 5

Như vậy ta phân chia chương trình hoạt động của 2 xi lanh A và B thành 3 tầng điều khiển như sơ đồ dưới:



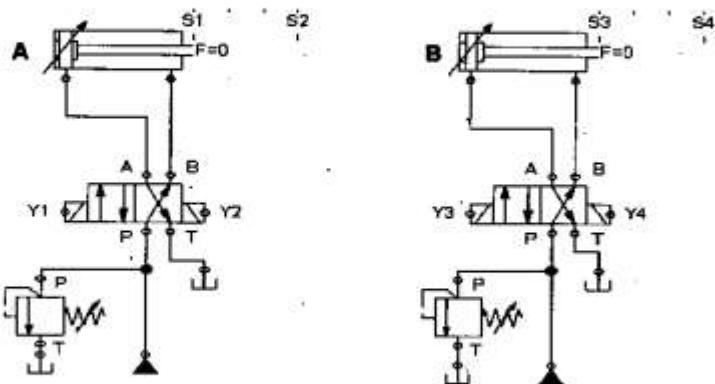
#### Bước 4: Thiết lập mạch điện điều khiển theo các tầng

Các tầng điều khiển trong các mạch điện được tạo ra bằng các role theo nguyên tắc: mạch có n tầng sẽ cần  $n - 1$  role, trong ví dụ này, với cách phân tầng như trên ta sẽ cần 2 role K1 và K2.

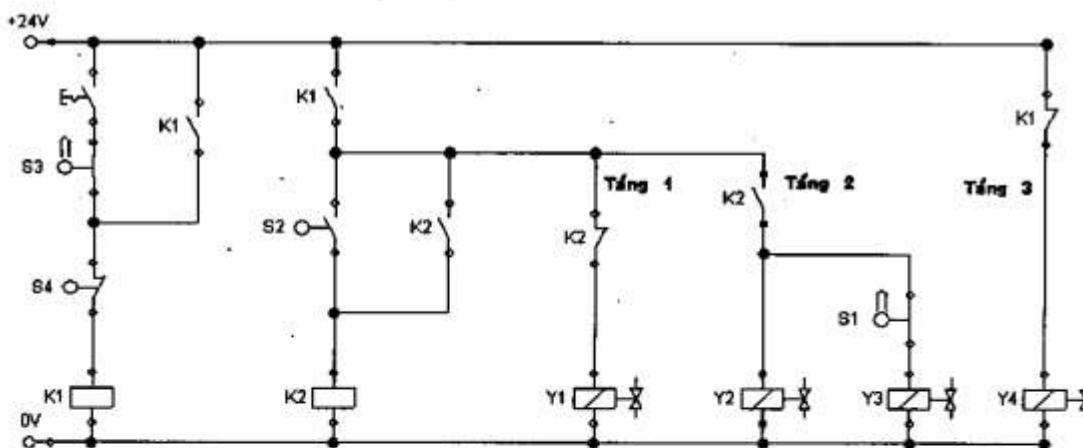


Bổ sung các điều kiện còn lại vào ta được các sơ đồ mạch điều khiển như sau:

- Sơ đồ mạch thủy lực:



- Sơ đồ mạch điều khiển điện:



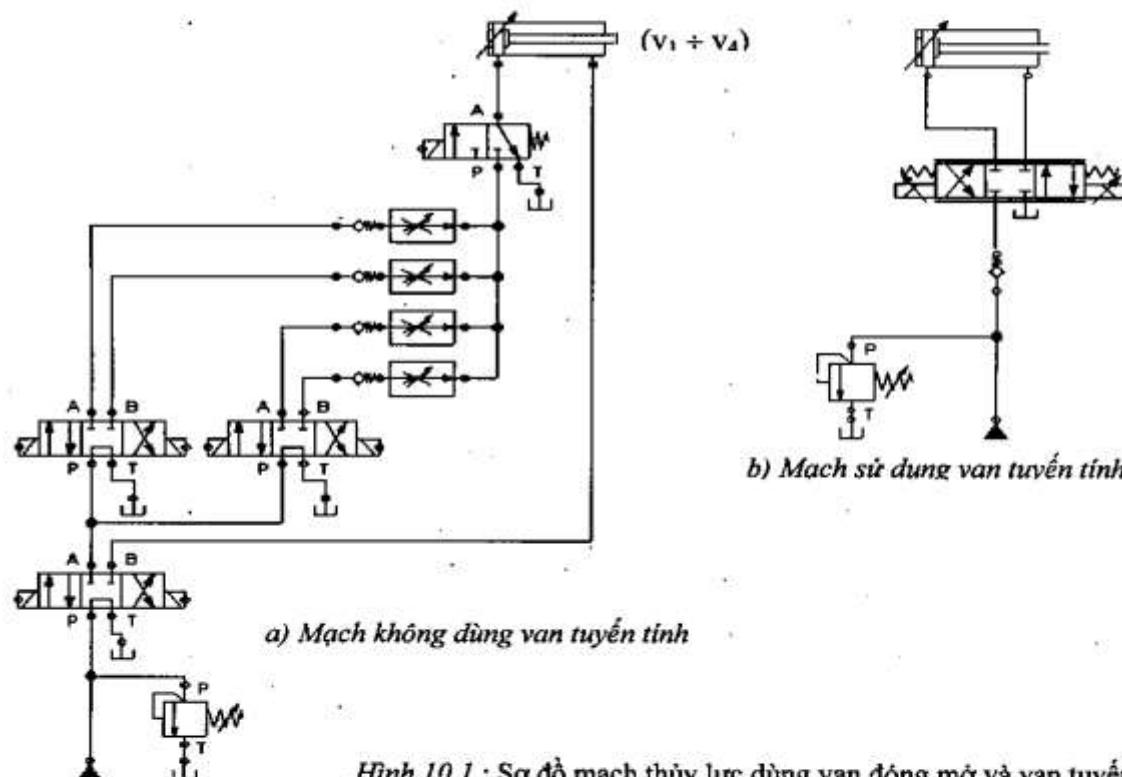
## Chương 10 : VAN THỦY LỰC TUYẾN TÍNH

(Proportional Hydraulic Valves)

### 10.1 KHÁI NIỆM

Trong các phần, chúng ta đã nghiên cứu và tìm hiểu về các phần tử, hệ thống thủy lực ở dạng các đại lượng được đặt trước. Trong một số hệ thống đòi hỏi tính thích nghi của hệ thống đối với tính chất làm việc của các cơ cấu chấp hành như: thay đổi vận tốc của piston hay động cơ theo thời gian, đặc tính làm việc của tải; hay thay đổi tải của cơ cấu chấp hành vào bất kỳ lúc nào, vấn đề này sẽ không thể thực hiện được với những phần tử điều khiển dạng ON/OFF, và cũng không thể sử dụng các van tiết lưu thay đổi lưu lượng cách cơ học được, và như thế sẽ tồn rất nhiều các phần tử cho hệ thống. Thay vào đó người ta sử dụng phần tử có khả năng điều chỉnh vô cấp, đáp ứng các mục tiêu trên, đó là các loại van tuyến tính (*Proportional valves*).

Trong sơ đồ mạch ở hình 10.1a mô tả quá trình làm việc của 1 xi lanh đẩy khuôn ép sản phẩm nhựa với 4 cấp tốc độ khác nhau  $v_1 \div v_4$  ( $v_1 > v_2 > v_3 > v_4$ ). Để đáp ứng các yêu cầu về thay đổi tốc độ, ở mạch này phải sử dụng đến 11 phần tử thủy lực.



Hình 10.1 : Sơ đồ mạch thủy lực dùng van đóng mở và van tuyến tính

Nếu sử dụng van tuyến tính thì số lượng phần tử sử dụng trong mạch rất ít mà vẫn đảm bảo tính năng hoạt động của hệ thống.

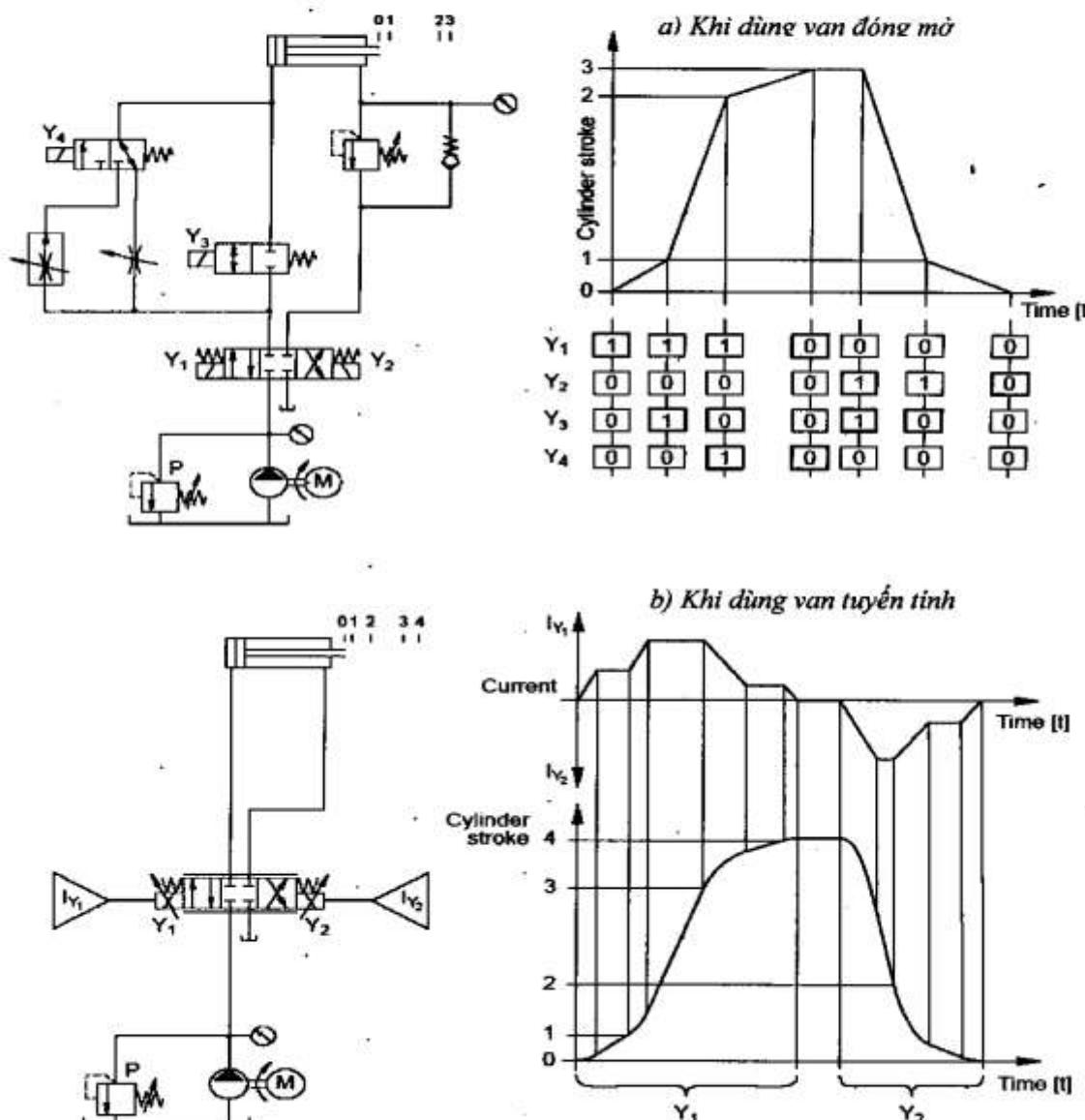
Hình 10.1b là sơ đồ mạch dùng một van tuyến tính 4/3. Thông qua van này ta có thể điều khiển được vô cấp tốc độ của xi lanh ép. Lúc này trong mạch chỉ cần sử dụng 4 phần tử.

Như vậy, đối với những hệ thống khí nén hoặc thủy lực khi yêu cầu đến sự thay đổi về áp suất và tốc độ của các cơ cấu chấp hành chính xác và vô cấp người ta sẽ sử dụng đến các van tuyến tính (*Proportional valve*). Ngoài ra với việc kết hợp các bộ điều khiển tích hợp cao như: bộ điều khiển PID, PLC... thì hệ thống điều khiển trở nên tinh gọn, tính ổn định và linh hoạt cao.

## 10.2 SO SÁNH VAN TUYỀN TÍNH VÀ VAN ĐÓNG MỞ

Sự khác nhau cơ bản của van tuyến tính so với van đóng mở thể hiện ở quá trình làm việc của nam châm điện, từ đó làm ảnh hưởng các thông số khác như lưu lượng, áp suất chất lỏng qua van. Ở các van đóng mở thì tín hiệu tác động vào cuộn dây điện từ ở dạng bậc thang (On/Off), còn ở van tuyến tính thì tín hiệu vào là dòng hay điện áp ở dạng tuyến tính, như vậy độ dịch chuyển của nòng van và lượng lưu chất chảy qua van cũng thay đổi tuyến tính.

Sự khác nhau về quan hệ giữa tín hiệu vào/ra như cường độ dòng điện trong cuộn dây  $Y_1$  /  $I_{Y_1}$ , độ dịch chuyển nòng van  $s(\text{mm})$  và hành trình của xi lanh giữa van tuyến tính và van đóng mở được thể hiện ở hình 10.2



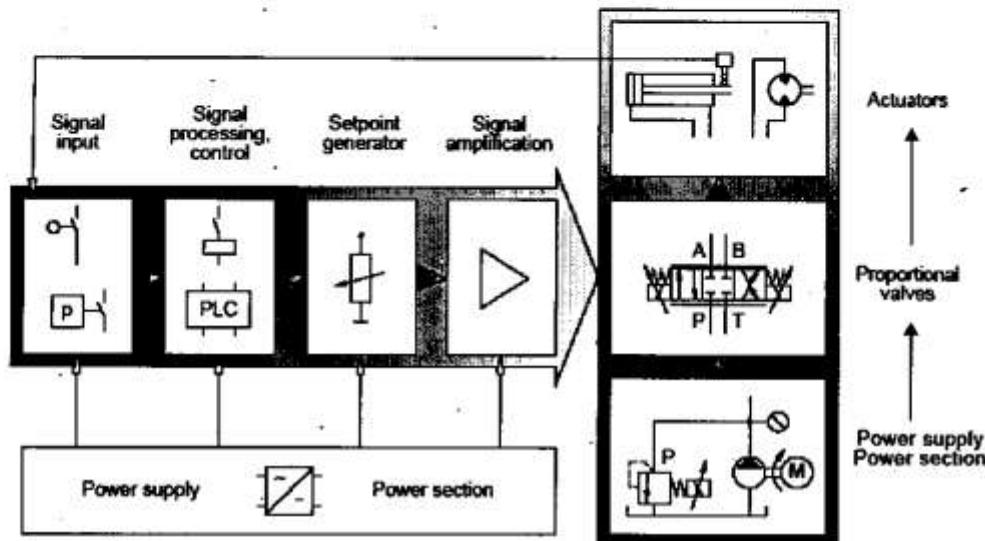
Hình 10.2 : Đặc tính cơ bản của van tuyến tính so với van đóng mở

### 10.3 THÀNH PHẦN VÀ NGUYỄN LÝ LÀM VIỆC CỦA VẠN TUYẾN TÍNH

#### 10.3.1 Thành phần:

Hình 10.3 là sơ đồ khái niệm hệ thống thủy lực dùng van tuyến tính. Theo đó mạch điều khiển van tuyến tính gồm các khái niệm cơ bản:

- Khối tín hiệu vào (Signal input) gồm các cảm biến, công tắc hành trình...
- Khối điều khiển và xử lý tín hiệu (Signal processing, control) gồm các bộ ĐK PID, PLC
- Bộ cài đặt chế độ làm việc (Setpoint generator) được tích hợp theo các bộ điều khiển.
- Bộ khuếch đại tín hiệu (Signal amplification) khuếch đại tín hiệu trước khi vào van.



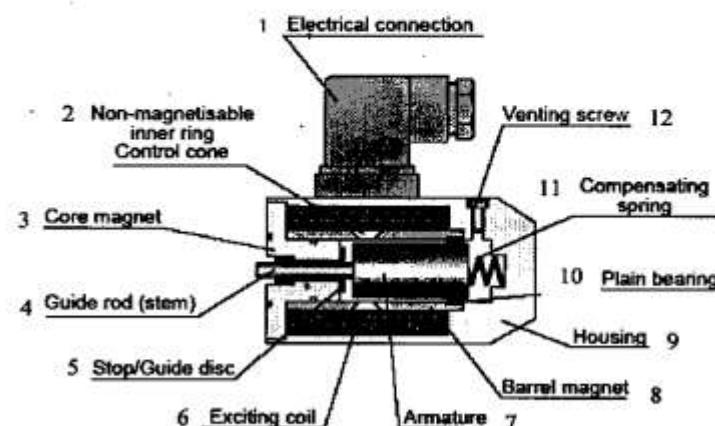
Hình 10.3: Sơ đồ hệ thống van tuyến tính thủy lực

#### 10.3.2 Cấu tạo và nguyên lý làm việc của van tuyến tính

##### a) Cấu tạo:

Van gồm 2 phần chính: Thân van chính (vò van và nòng van) và nam châm điện từ điều khiển van chính. Cấu tạo nam châm điện của van tuyến tính thể hiện trên hình 10.4

- 1) Nối điện
- 2) Ống côn không từ tính
- 3) Mát bích chặn
- 4) Trục dẫn
- 5) Đĩa chặn
- 6) Cuộn coil
- 7) Lõi từ
- 8) Nòng sắt từ
- 9) Vò
- 10) Bạc trượt
- 11) Lò xo
- 12) Vis xà



Hình 10.4: Cấu tạo cơ bản nam châm điện từ của van tuyến tính

### b) Nguyên lý làm việc và đường đặc tính

Sơ đồ nguyên lý làm việc của van tuyến tính có phản hồi thẻ hiện trên hình 10.5a.

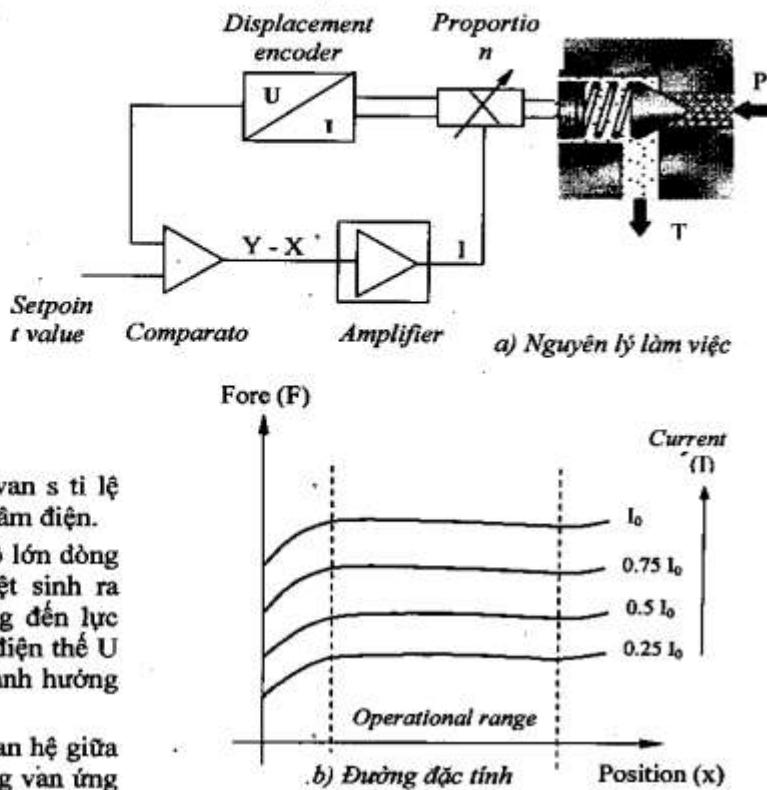
Từ giá trị cài đặt (*Setpoint value*), tín hiệu đi qua bộ so sánh (*Comparator*), rồi đến bộ khuếch đại (*Amplifier*) để cho ra tín hiệu dòng điện  $I$  đi vào nam châm điện từ của van tuyến tính. Tại đây dòng điện  $I$  được chuyển đổi thành lượng di động  $s$  của nòng van (ở hình này là thay đổi lực căng lò xo).

Độ dịch chuyển của nòng van s tỉ lệ với giá trị dòng điện  $I$  vào nam châm điện.

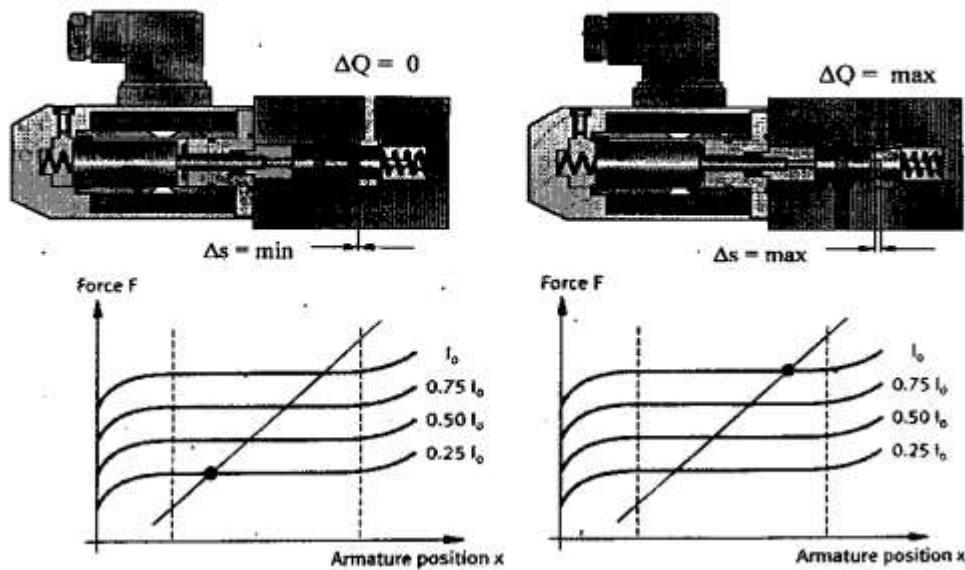
Cần lưu ý là khi thay đổi độ lớn dòng điện  $I$  ở van tuyến tính thì nhiệt sinh ra trong cuộn coil không ảnh hưởng đến lực điện từ, nhưng khi thay đổi hiệu điện thế  $U$  thì nhiệt sinh ra trong cuộn coil ảnh hưởng đến lực điện từ  $F$ .

Hình 10.5b thể hiện mối quan hệ giữa lực điện từ  $F$  sinh ra và vị trí nòng van ứng với các giá trị dòng điện  $I$  khác nhau, hay còn gọi là đường đặc tính của van.

Hình 10.6 thể hiện độ dịch chuyển nòng van ( $\Delta s$  min/max) ứng với các giá trị dòng điện  $I$  khác nhau của một van tuyến tính điều khiển trực tiếp, qua đó lưu lượng  $Q$  sẽ biến thiên từ 0 – max.



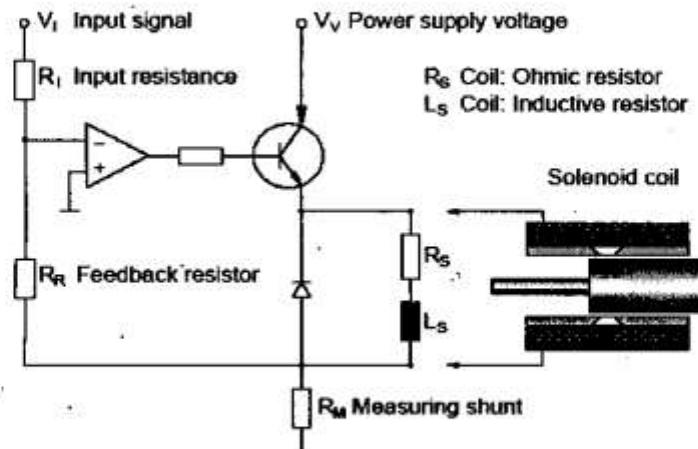
Hình 10.5: Nguyên lý làm việc van tuyến tính áp suất



Hình 10.6: Dịch chuyển nòng van với các dòng điện khác nhau

- Chuyển đổi tín hiệu ra (*U/I converter*) (hình 10.7)

Hình 10.7 là sơ đồ nguyên lý mạch chuyển đổi tín hiệu *U/I*, theo đó giá trị điện áp cài đặt sẽ được chuyển đổi thành dòng từ tính trong cuộn dây của van tuyền tính.



Hình 10.7: Chuyển đổi tín hiệu ra (*U/I converter*)

## 10.4 PHÂN LOẠI VẠN TUYỀN TÍNH

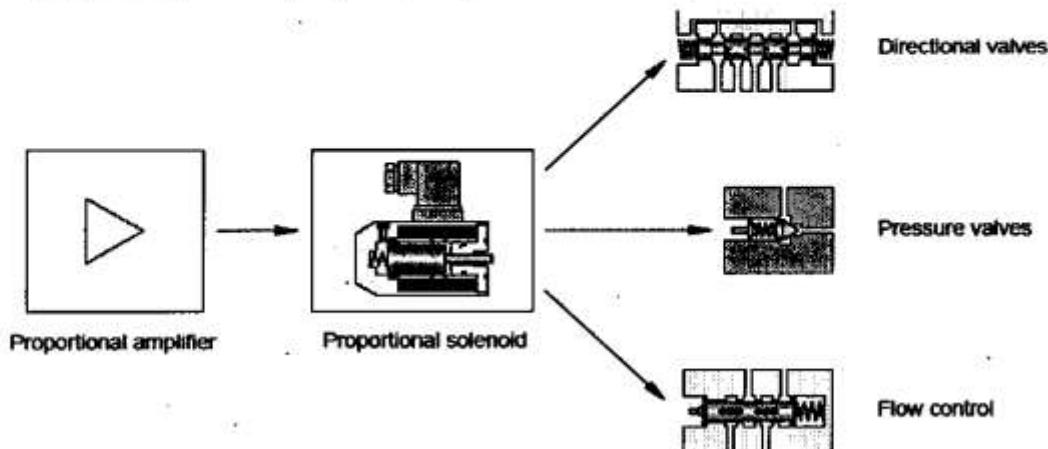
### 10.4.1 Phân loại theo dòng tín hiệu

- Van tuyền tính không có phản hồi: đại lượng dịch chuyển của nòng van không được đo kiểm và đưa về bộ so sánh (hình 10.9).
- Van tuyền tính có phản hồi: đại lượng dịch chuyển của nòng van luôn được đo kiểm và đưa về so sánh với giá trị đặt nhằm điều chỉnh các đại lượng điều khiển cho thích hợp (hình 10.10).

### 10.4.2 Phân loại theo chức năng

Hình 10.8 là sơ đồ phân loại van tuyền tính theo chức năng, theo đó ta có :

- Van đảo chiều tuyền tính (*Proportional Directional valves*)
- Van áp suất tuyền tính (*Proportional Pressure valves*)
- Van tiết lưu tuyền tính (*Proportional Flow control valves*)



Hình 10.8: Sơ đồ phân loại van tuyền tính theo chức năng

Bảng 10.1 dưới đây sẽ nêu chi tiết các đặc tính các đại lượng vào/ra cơ bản của các loại van tuyến tính thủy lực.

Bảng 10.1: Đặc tính & phân loại van tuyến tính

Loại van T.tính (Valve types)	Đại lượng vào (Input variable)	Đại lượng ra (Output variable)	Ứng dụng (Application)
<b>Van đảo chiều</b> (Directional control valve)	Dòng điện I (Electr. current)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Đóng/mở (Valve opening)</li> <li>- Hướng dòng (Flow direction)</li> <li>- Dòng (phụ thuộc áp suất) Flow (Pressure dependent)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Van 4/3 tác động trực tiếp (4/3-way directly actuated)</li> <li>- Van 4/3 tác động gián tiếp (4/3-way pilot actuated)</li> </ul>
<b>Van áp suất</b> (Pressure valve)	Dòng điện I (Electr. current)	- Áp suất (Pressure)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Van tràn (Pres. relief valve)</li> <li>- Van áp suất: (Pres. control valve)</li> </ul>
<b>Van tiết lưu</b> (Flow control valve)	Dòng điện I (Electr. current)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dòng (không phụ thuộc A.s) Flow (Pressure independent)</li> </ul>	- Van tiết lưu (Flow control valve)

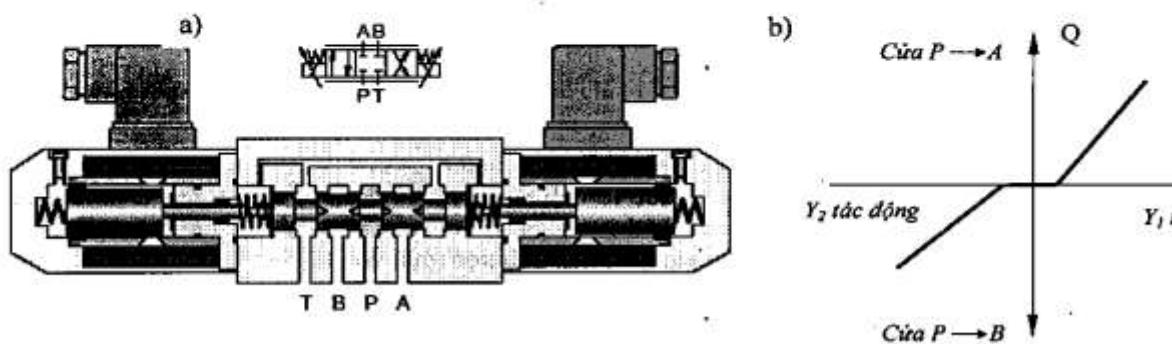
*a) Van đảo chiều tuyến tính*

- **Chức năng:** Van đảo chiều tuyến tính có 2 chức năng chính:
  - Thay đổi chiều chuyển động của cơ cấu chấp hành
  - Thay đổi vô cấp tốc độ của cơ cấu chấp hành, thay đổi gia tốc trong quá trình khởi động và dừng
- **Phân loại:** Van đảo chiều tuyến tính được chia làm 2 loại:
  - Van đảo chiều tuyến tính điều khiển trực tiếp không có phản hồi (hình 10.9a)

Khi 2 cuộn dây điện từ (1) và (2) không có điện, nòng van (3) nằm ở vị trí giữa được định vị nhờ 2 lò xo 2 bên, tất cả các mép điều khiển đều bị đóng và các cửa P, A, B và T bị chặn. Khi cuộn dây (1) có dòng điện, nòng van (3) di chuyển về bên phải làm cửa P nối cửa A, cửa B nối cửa T. Khi dòng vào cuộn dây (1) này thay đổi, dẫn đến thay đổi vị trí nòng van (3), vị trí các mép điều khiển cũng thay đổi. Kết quả là lưu lượng dòng lưu chất qua van cũng thay đổi.

Các hiện tượng tương tự xảy ra khi cuộn dây điện từ (2) có điện, lúc đó cửa P nối cửa B và cửa A nối với cửa xả T. Hình 10.9b là đường đặc tính của van đảo chiều tuyến tính (mép điều khiển dương)

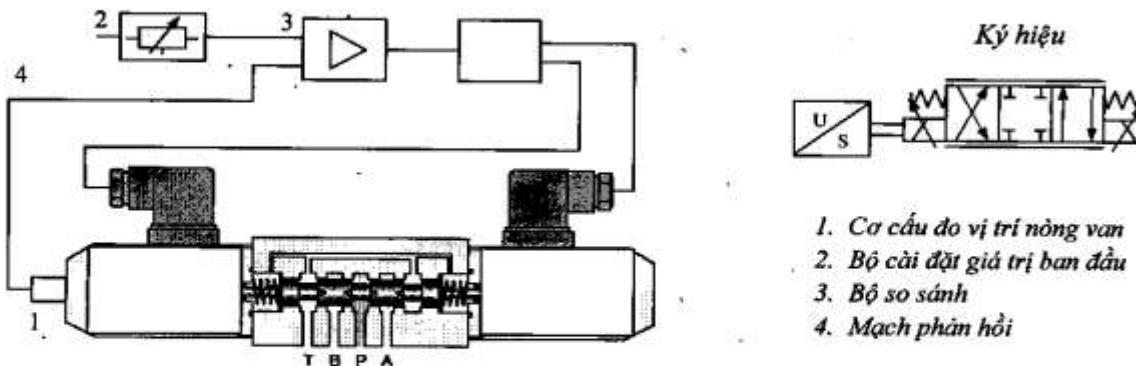
Trong thực tế, độ chậm trễ của lò xo và áp lực dòng chảy làm ảnh hưởng đến đáp ứng về vị trí của nòng van. Vì vậy van điều khiển trực tiếp chỉ sử dụng cho lưu lượng nhỏ.



Hình 10.9: Van đảo chiều tuyến tính 4/3 điều khiển trực tiếp

- Van đảo chiều tuyến tính điều khiển trực tiếp có phản hồi (hình 10.10)

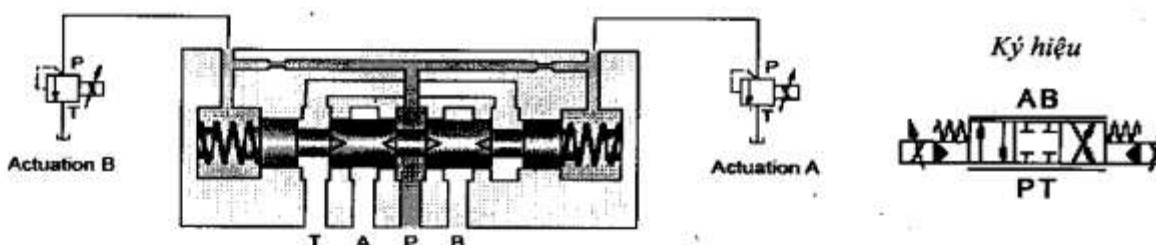
Giá trị vị trí dịch chuyển nòng van liên tục được cơ cấu đo vị trí (1) phản hồi về bộ so sánh (3) để so với giá trị yêu cầu (2).



Hình 10.10: Van đảo chiều tuyến tính 4/3 điều khiển trực tiếp có phản

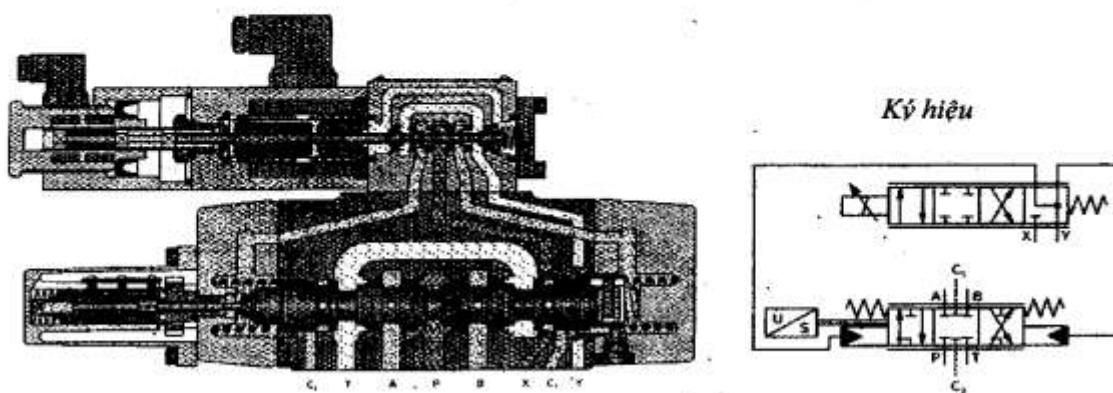
- Van đảo chiều tuyến tính điều khiển gián tiếp:

Có nhiều dạng van đảo chiều tuyến tính điều khiển gián tiếp, hình 7.11 thể hiện nguyên lý - cấu tạo và ký hiệu loại van đảo chiều tuyến tính dùng 2 van tròn (A và B).



Hình 10.11: Van đảo chiều tuyến tính 4/3 điều khiển gián tiếp qua 2 van tròn

Hình 10.12 là cấu tạo và ký hiệu một van đảo chiều tuyến tính điều khiển gián tiếp, nó gồm 1 van 4/3 tuyến tính có tác dụng như 1 van phụ trợ (pilot control) để điều khiển nòng van chính (control spool). Trong trường hợp bị mất nguồn (điện hoặc thủy lực) nòng van chính trở về vị trí giữa và đóng các瓣 van điều khiển lại (trạng thái này được gọi là *Fail-safe position*)



Hình 10.12: Van đảo chiều tuyến tính điều khiển gián tiếp  
(Pilot actuated proportional directional control valve)

b) **Van áp suất tuyến tính (Proportional pressure valves)**

• **Chức năng:**

Van áp suất tuyến tính được dùng để điều chỉnh áp suất vô cấp bằng cách thay đổi dòng điện I cấp cho cuộn dây điện từ của van.

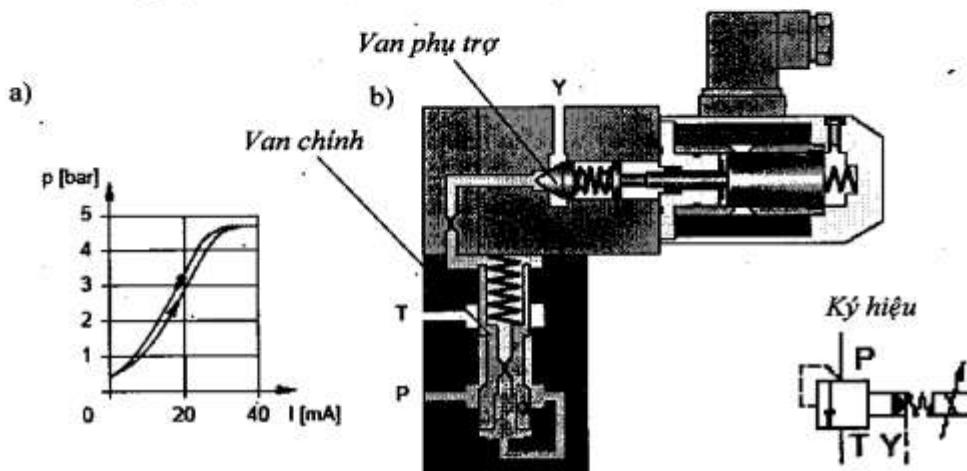
• **Phân loại:** Van áp suất tuyến tính được chia làm 2 loại:

- Van tràn tuyến tính (Pressure relief valve)
- Van điều khiển áp suất (Ôn áp) (Pressure control valve)

**Van tràn tuyến tính điều khiển gián tiếp:**

Van gồm 2 thành phần: van phụ trợ (Poppet valve) và van chính (dạng control spool) như chi ra ở hình 10.13b. Dòng lưu chất từ cửa P đi qua lỗ của nòng van chính, tác động lên bề mặt (Pilot control cone) phía bên trái của van phụ trợ. Lực tác động đối diện (phía bên phải) của nòng van được tạo thành nhờ cuộn coil của van tràn tuyến tính.

Hình 10.13a là đường đặc tính làm việc của van tràn tuyến tính điều khiển gián tiếp.

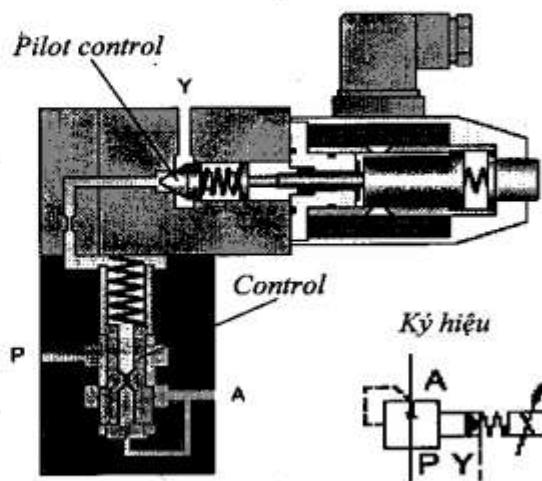


**Hình 10.13:** Van tràn tuyến tính điều khiển gián tiếp  
(Proportional pressure relief valve - Pilot actuated)

**Van áp suất tuyến tính điều khiển gián tiếp**

Hình 10.14 là cấu tạo và ký hiệu van áp suất tuyến tính. Khi áp suất ở cửa A thấp hơn áp suất chinh định trước, lõi van điều khiển (pilot control) sẽ đóng (cửa Y bị đóng), áp suất ở 2 đầu nòng van chính (control spool) cân bằng, dòng lưu chất không bị hạn chế khi chuyển động từ cửa P sang A.

Nếu áp suất cửa A vượt quá giá trị chinh định, lõi van điều khiển sẽ dịch chuyển để thông dòng lưu chất qua cửa xả Y, làm giảm áp suất vùng trên của nòng van chính, nòng van sẽ bị đẩy lên. Kết quả làm giảm tiết diện chảy, dẫn đến giảm lưu lượng dòng chảy từ P qua A, và áp suất cửa A giảm.



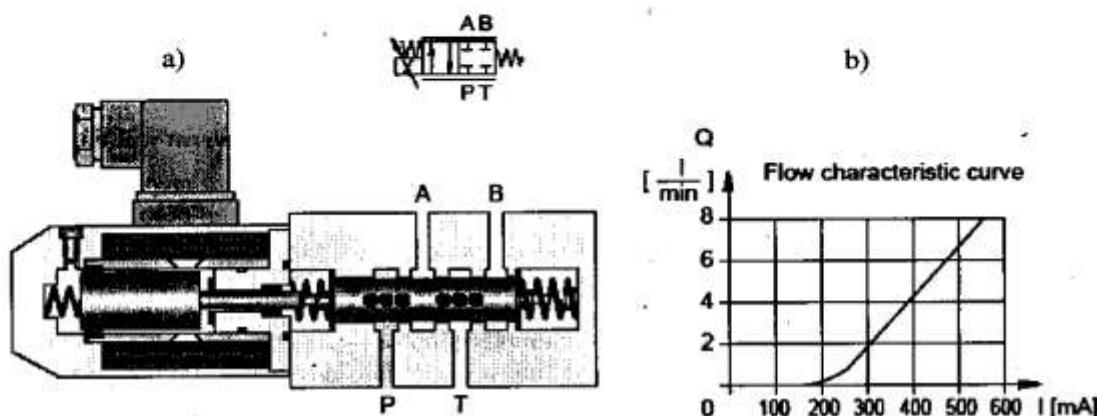
**Hình 10.14:** Van áp suất tuyến tính - điều khiển gián tiếp  
(Proportional pressure control valve - Pilot actuated)

c) **Van tiết lưu tuyến tính** (Proportional flow control valves)

Van tiết lưu tuyến tính sử dụng để điều chỉnh lưu lượng vô cấp bằng cách thay đổi dòng điện I cấp cho cuộn dây điện từ của van.

Về cơ bản, van tiết lưu tuyến tính có cấu trúc tương tự như một van đảo chiều tuyến tính 2/2 hoặc 4/2. Hình 10.15a thể hiện cấu tạo một van tiết lưu tuyến tính điều khiển trực tiếp. Theo đó, khi dòng điện I cấp cho cuộn dây điện từ của van tuyến tính giảm, cả 2 mép điều khiển của nòng van bị đóng. Nếu dòng điện I cấp cho cuộn dây điện từ của van tuyến tính tăng, sẽ tăng lực tác động lên nòng van, làm nòng van dịch chuyển qua phía bên phải, kết quả làm mở các mép điều khiển của van, làm tăng lưu lượng dòng chảy qua van.

Hình 10.15b là đường đặc tính của van tiết lưu tuyến tính (Hãng Festo)

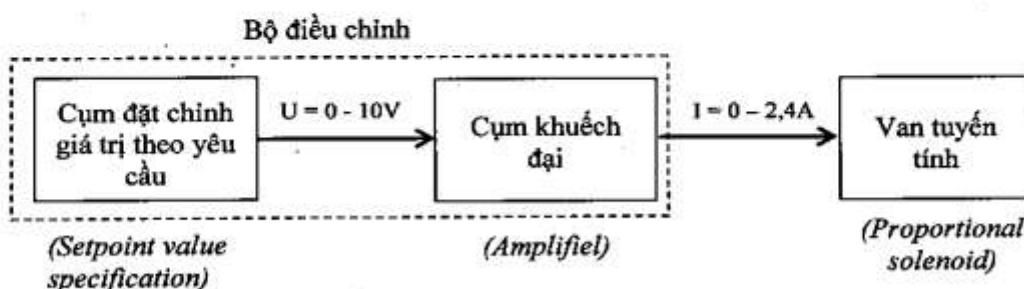


*Hình 10.15: Van tiết lưu tuyến tính - điều khiển trực tiếp  
(Proportional flow control valve - Directly actuated)*

## 10.5 BỘ ĐIỀU CHỈNH VAN TUYẾN TÍNH

Mỗi loại van tuyến tính đều có một bộ điều chỉnh đi theo. Dòng điện để điều khiển các van tuyến tính thường là dòng điện một chiều, có giá trị điều chỉnh từ 0 - 2,4A (2.400mA) tùy theo từng loại van. Để mỗi giá trị dòng điện điều chỉnh I được ổn định tương ứng với các giá trị biến đổi của hiệu điện thế U phải cần có bộ điều chỉnh.

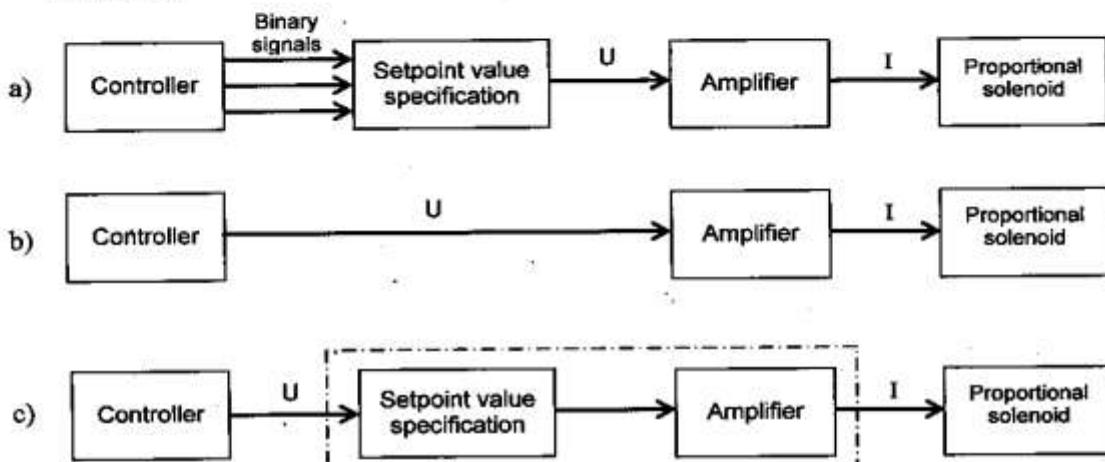
Tín hiệu điều khiển cho van tuyến tính được tạo ra qua một mạch điện tử, hình 10.16 thể hiện sơ đồ dòng tín hiệu của một bộ điều chỉnh và van tuyến tính.



*Hình 10.16: Dòng tín hiệu của bộ điều chỉnh - van tuyến tính*

Nhưng trong thực tế người ta tích hợp bộ đặt chỉnh giá trị theo yêu cầu (*Setpoint value specification*) và bộ khuếch đại (*Amplifier*) thành những modules điện tử (*Electronic cards*), các modules này được thể hiện ở hình 10.17.

- Hệ thống điều khiển sử dụng tín hiệu nhị phân, chẳng hạn dùng các PLC thông thường thì cụm đặt chỉnh giá trị theo yêu cầu và cụm khuếch đại được kết nối thành module như ở hình 10.17a.
- Nếu dùng một PLC có đầu ra analogue, những đại lượng đặt chỉnh được tạo ra trực tiếp, kể cả những chức năng đặc biệt như tạo tín hiệu dốc, sẽ không cần sử dụng cụm đặt chỉnh giá trị theo yêu cầu (hình 10.17b)
- Dạng hỗn hợp thường được dùng như ở hình 10.17c, nếu sự điều khiển được xác định chỉ những giá trị điện áp không đổi, các chức năng tạo tín hiệu dốc được tích hợp trong cụm khuếch đại.



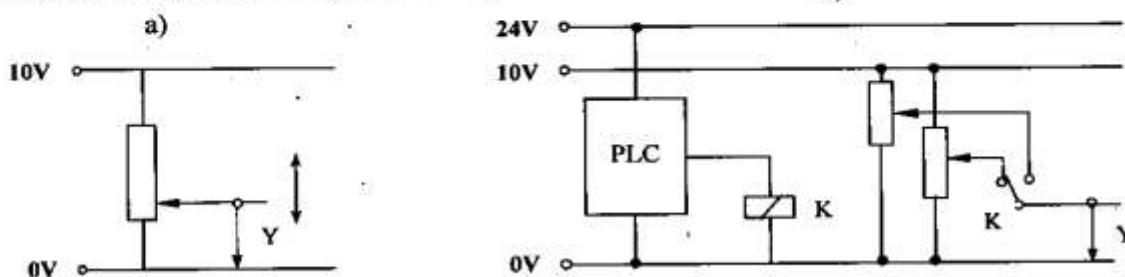
Hình 10.17: Dòng tín hiệu giữa *Electronic cards* và van tuyền

#### 10.5.1 Cụm đặt chỉnh giá trị theo yêu cầu (*Setpoint*):

Tín hiệu ra của cụm đặt chỉnh giá trị theo yêu cầu dạng điện áp. Hiệu điện thế  $U$  cho các giá trị đặt chỉnh (*Setpoint*) dao động trong khoảng:

- Từ  $0V \div +10V$  cho các van áp suất và tiết lưu tuyền tính
- Từ  $-10V \div +10V$  cho các van đảo chiều tuyền tính

Đại lượng đặt chỉnh  $Y$  có thể được tạo ra theo nhiều cách khác nhau như dùng biến trở (hình 10.18a), tạo tín hiệu ra từ PLC (hình 10.18b)

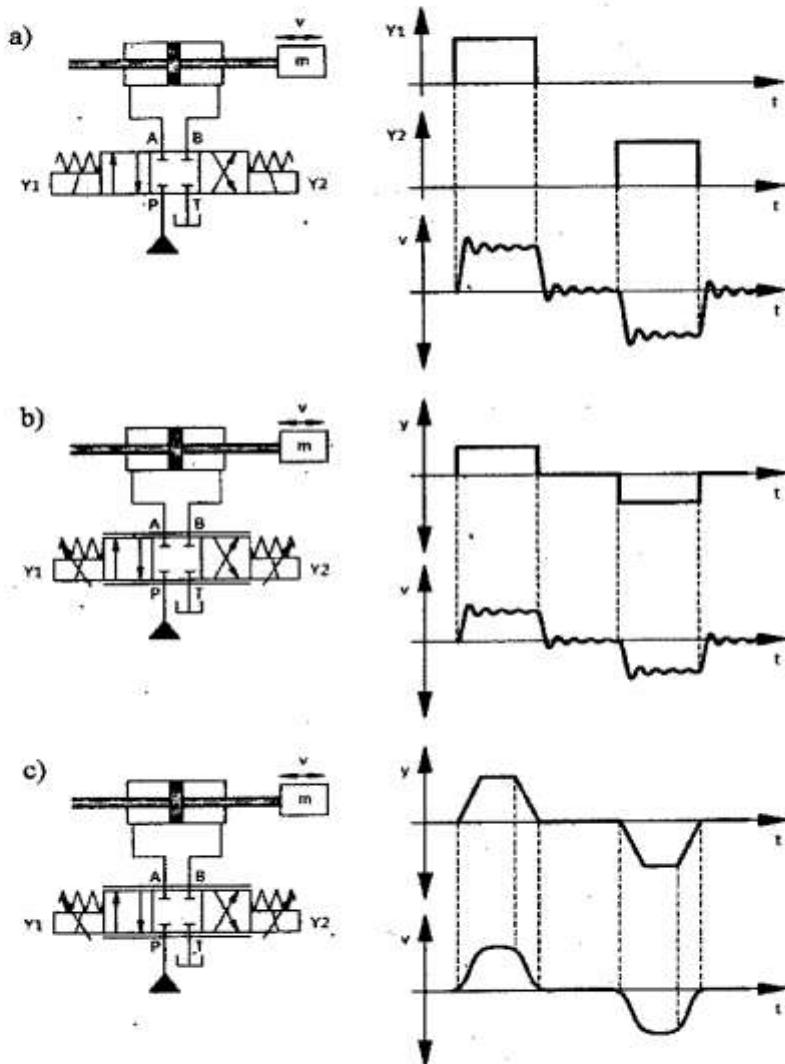


Hình 10.18: Nguyên tắc tạo ra đại lượng đặt chỉnh

Để tránh rung động khi làm việc của cơ cầu chìa hành, nhất là lúc khởi động và dừng lại. Một trong những yếu tố quyết định chính là kết quả của quá trình hoạt động của van đảo chiều. Hình 6.19 so sánh các chế độ hoạt động của một xi lanh.

Hình 6.19a, van đảo chiều hoạt động ở chế độ On/Off, tín hiệu bậc thang ( $Y_1$  &  $Y_2$ ) làm thay đổi đột ngột áp suất dẫn đến rung động và gia tốc của cơ cầu chìa hành. Mạch ở hình 6.19b dùng van đảo chiều tuyến tính, nó có thể đặt các chế độ hoạt động và các tốc độ khác nhau, nhưng vẫn phát sinh rung động và gia tốc.

Để đạt được vận tốc ổn định và không rung động thì đại lượng đặt chỉnh  $Y$  phải được chuyển đổi từ tín hiệu bậc thang thành tín hiệu vào dốc (hình 10.19c).



Hình 7.19: Giá trị đặt chỉnh và vận tốc của xi lanh

Nguyên tắc chuyển đổi tín hiệu vào dốc có thể thực hiện bằng nhiều cách khác nhau:

- Dùng mạch riêng đặt giữa cụm đặt chỉnh và cụm khuếch đại
- Kết hợp trong cụm khuếch đại
- Bằng lập trình PLC với tín hiệu ra tương tự

### 10.5.2 Cụm khuếch đại (Amplifier):

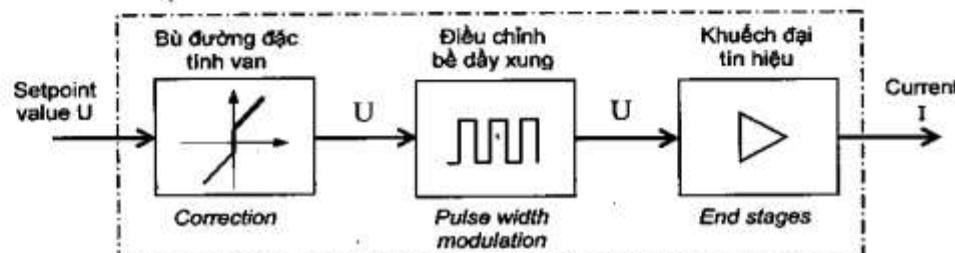
Cụm khuếch đại của van tuyền tính có thể được lắp trực tiếp trong van hoặc được lắp rời bên ngoài (dạng card giao tiếp). Chức năng chính của bộ khuếch đại gồm:

- Chức năng hiệu chỉnh: nhằm bù vào những vùng chết (dead zone) của van tuyền tính
- Điều chỉnh bệ dày xung điện áp U
- Khuếch đại tín hiệu đạt giá trị công suất theo yêu cầu.

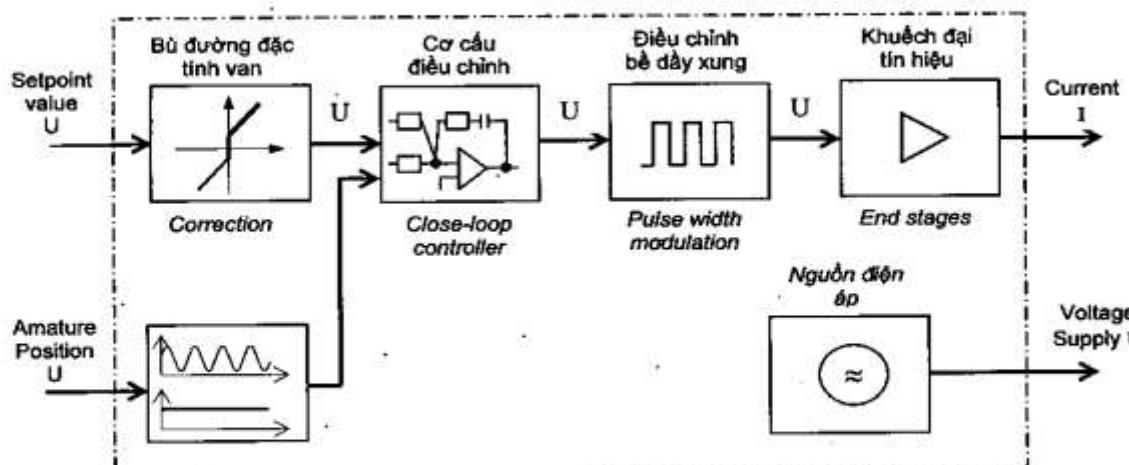
#### a) Bộ khuếch đại một kênh

Hình 7.20 thể hiện sơ đồ khối bộ khuếch đại một kênh. Sơ đồ ở hình 7.20a dùng cho van tuyền tính không có cơ cấu chuyển đổi tín hiệu độ dịch chuyển nòng van s thành điện áp U. Với sơ đồ ở hình 7.20b, độ dịch chuyển thực của nòng van s được chuyển đổi thành điện áp U và đưa về cơ cấu điều chỉnh-so sánh với giá trị setpoint, và trong sơ đồ mạch có thêm bộ nguồn cấp cho cơ cấu đo lường.

##### a) Không có tín hiệu phản hồi



##### b) Có tín hiệu phản hồi (vị trí nòng van)

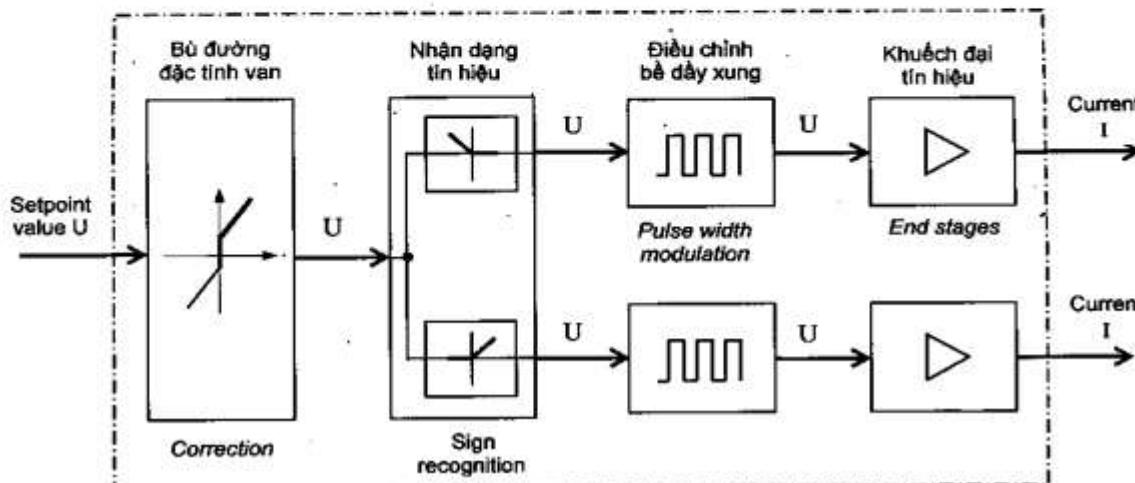


Hình 7.20: Sơ đồ khối bộ khuếch đại một kênh

**b) Bộ khuếch đại hai kênh**

Bộ khuếch đại một kênh dùng cho những van đảo chiều tuyến tính có một cuộn dây điện từ. Với những van đảo chiều tuyến tính tác động qua hai cuộn dây điện từ, yêu cầu một bộ khuếch đại hai kênh. Tùy thuộc vào trạng thái tín hiệu điều khiển, dòng điện I sẽ được khuếch đại chỉ ở cuộn dây bên phải hoặc bên trái của van tuyến tính.

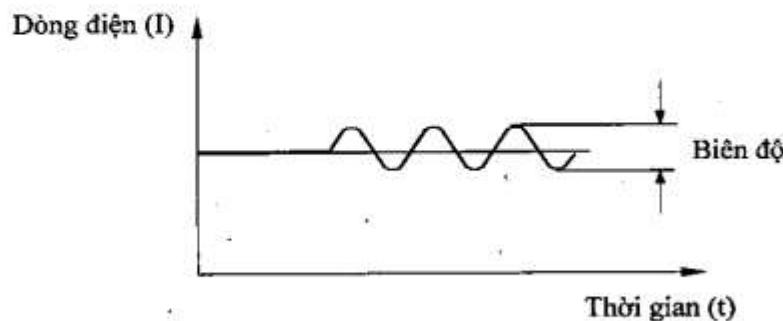
Sơ đồ khối bộ khuếch đại hai kênh không có phản hồi thể hiện trên hình 7.21



Hình 7.21: Sơ đồ khối bộ khuếch đại hai kênh (không phản hồi)

**10.5.3 Hiệu ứng rung động Dither (Dither effect)**

Để giảm ảnh hưởng do độ trễ của van và ma sát của nòng van khi chuyển động, người ta dùng phương pháp tác động có tần số cao, quá trình này được gọi là hiệu ứng rung động Dither (hình 7.22). Biên độ rung động của hệ có độ lớn bằng 20% biên độ dòng điện định. Tần số của hiệu ứng rung động khoảng 50 hoặc 250 Hz.



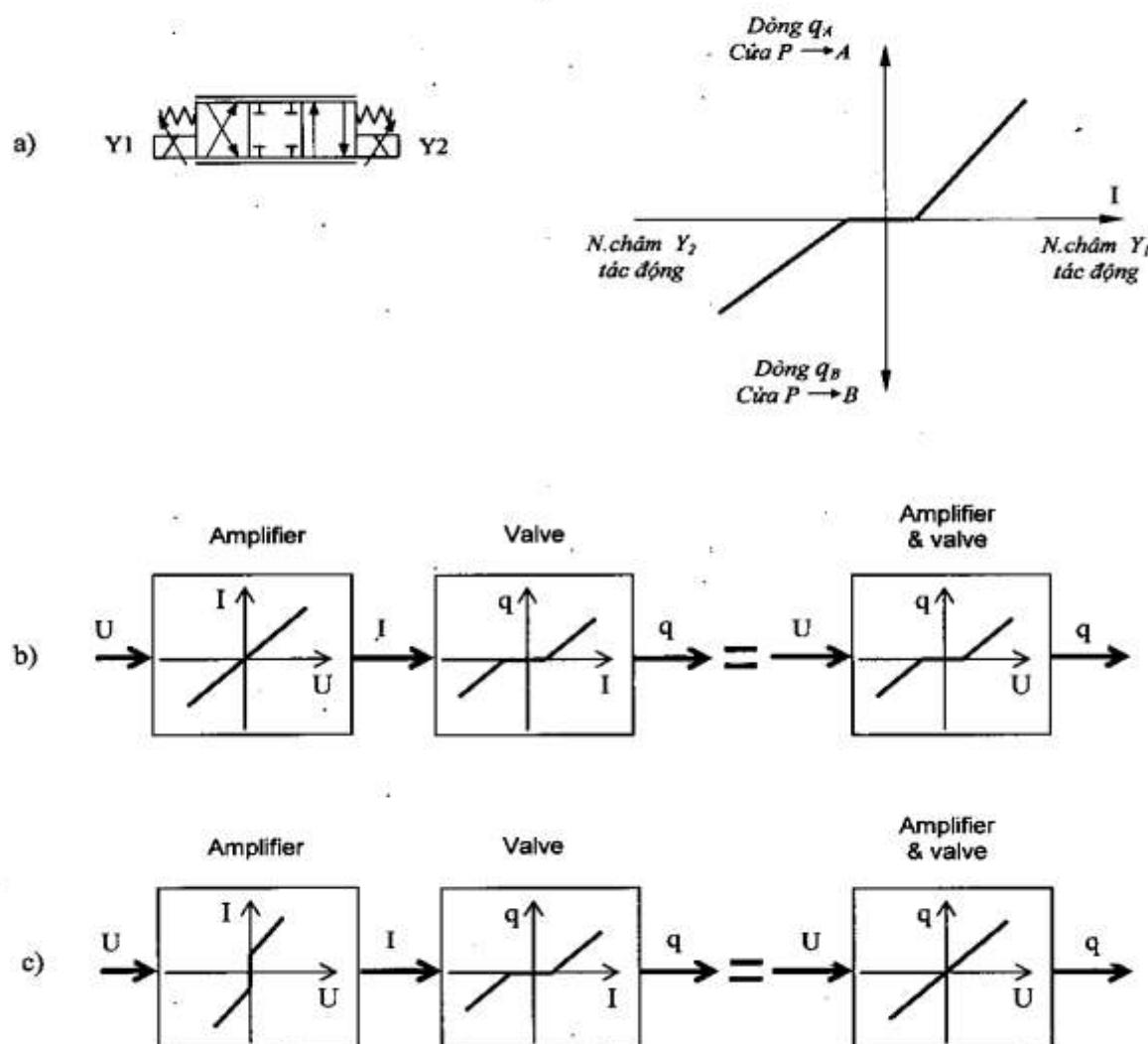
Hình 7.22: Hiệu ứng rung động Dither

#### 10.5.4 Vùng chết (dead zone) của đường đặc tính van đảo chiều tuyến tính

Hình 7.23a biểu diễn đường đặc tính van đảo chiều tuyến tính với mép điều khiển dương, với kết quả này luôn tồn tại vùng chết của van.

Nếu kết hợp van tuyến tính này với bộ khuếch đại điều khiển có đường đặc tính là đường thẳng, thì luôn xuất hiện vùng chết như hình 7.23b.

Nếu kết hợp van tuyến tính này với bộ khuếch đại điều khiển có đường đặc tính là đường thẳng gãy khúc thì vùng chết của van không tồn tại (hình 7.23c)



Hình 7.23: Hiệu chỉnh để bù vùng chết của đường đặc tính

## 10.6 ỨNG DỤNG VẠN THỦY LỰC TUYỀN TÍNH

### 10.6.1 Giới thiệu bộ điều chỉnh van thủy lực tuyến tính của Festo

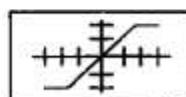
Để điều khiển van tuyến tính thủy lực ta cần có bộ điều khiển. Hình 10.24 và 10.25 thể hiện mặt trước của bộ điều khiển van thủy lực tuyến tính của Hãng Festo dùng trong thí nghiệm, chúng gồm 2 cụm (Control panel of a setpoint and amplifier card)

- Cụm cài đặt giá trị yêu cầu (Setpoint) hình 10.24
- Cụm khuếch đại (Amplifier) hình 10.25

#### a) Cụm đặt chỉnh giá trị yêu cầu (Setpoint):

Hình 7.24 là mặt trước của card đặt chỉnh giá trị yêu cầu (Festo) với các thông số kỹ thuật chính gồm :

- . W1 - W8: Input of up to 8 setpoint values.
- . R1 - R4: Setting of ramps. TIME = Ramp time.
- . IA - IB: Setting of initial, jump and maximum current.
- . 24V/ 0V: Supply voltage.



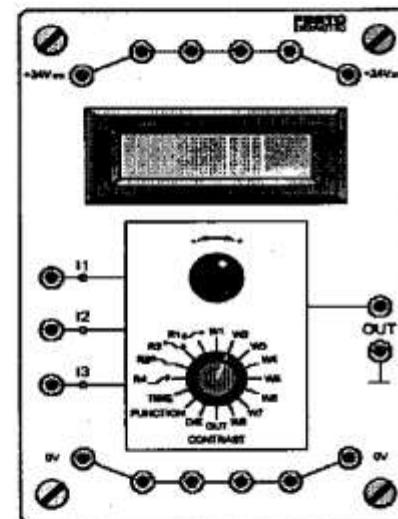
Ký hiệu

#### Ví dụ sử dụng card cài đặt:

Ta giả sử piston của xi lanh nâng hàng hóa có vận tốc và chiều thay đổi được biến diễn ở hình 10.25. Yêu cầu thời gian đảo chiều là 3s. 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 (hẫm).

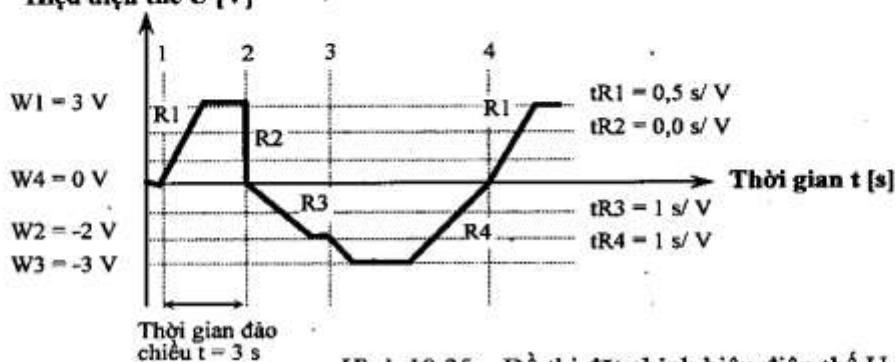
Cách điều chỉnh các giá trị đặt chỉnh như sau:

- Chọn 4 giá trị bên trong W1 - W4:  
 $W1 = 3,0V, W2 = 2,0V$   
 $W3 = 3,0V, W4 = 0,0 V$
- Thời gian: đảo chiều  $t = 3s$
- Thời gian vào dốc:  
 $tR1 = 0,5s/V, tR2 = 0,0 s/V, tR3 = 1,0 s/V, tR4 = 1,0 s/V$ .



Hình 10.24: Card cài đặt giá trị (Setpoint)

#### Hiệu điện thế U [V]

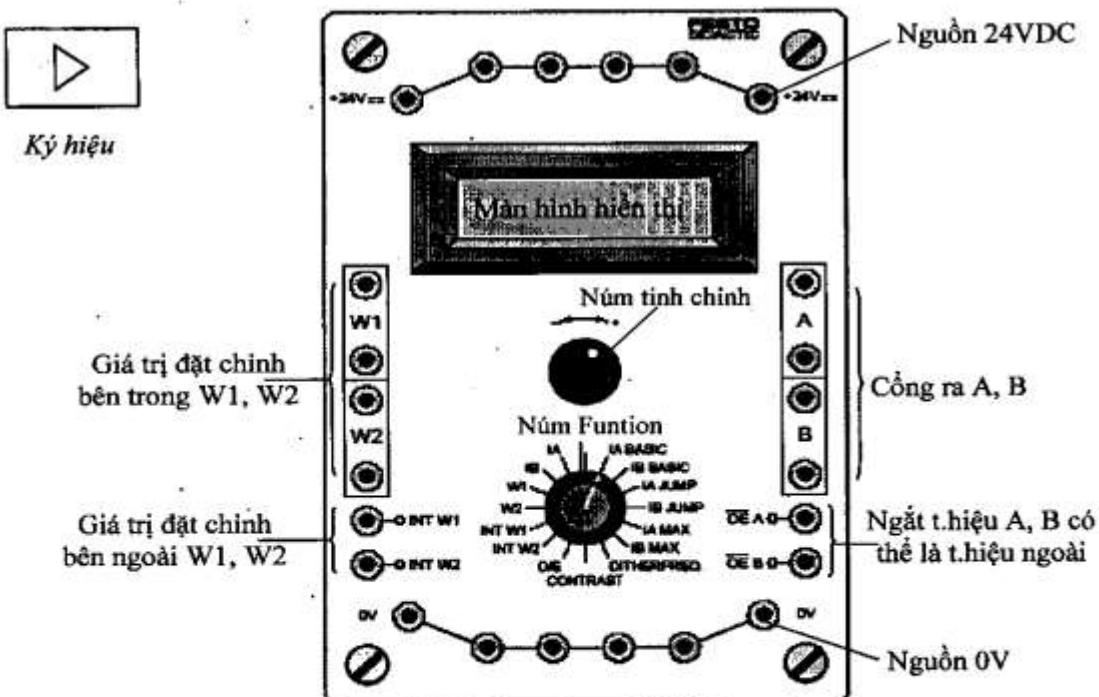


Hình 10.25: Đồ thị đặt chỉnh hiệu điện thế U theo thời gian t

**b) Cụm khuếch đại (Amplifier)**

Hình 10.26 là mặt trước của card khuếch đại (Festo) với các tính năng sử dụng và điều chỉnh như sau:

<i>Function</i>	Chức năng (Khuếch đại một hướng hoặc hai hướng)
<i>IA Basic, IB Basic</i>	Dòng điện cơ sở cho công ra A, B
<i>IA Jump, IB Jump</i>	Dòng điện nhảy cho công ra A, B
<i>IA Max, IB Max</i>	Dòng điện lớn nhất cho công ra A, B
<i>Ditherfreq</i>	Tần số dao động Dither
<i>Contrast</i>	Độ chỉnh hình ảnh ở màn hình
<i>G/E</i>	Lựa chọn ngôn ngữ : Đức hoặc Anh
<i>INT W1, INT W2</i>	Giá trị đặt chỉnh bên trong W1, W2
<i>W1, W2</i>	Giá trị đặt chỉnh bên ngoài hiển thị trên màn hình W1, W2
<i>IA, IB</i>	Hiển thị giá trị dòng điện ở công ra A, B



Hình 10.26: Card khuếch đại (Amplifier)

### 10.6.2 Các ứng dụng

**Ví dụ 1:** Cụm nâng hạ hàng hóa của xe tải được dẫn động bằng các xilanh thủy lực, và điều khiển bằng van đảo chiều tuyến tính (hình 10.27).

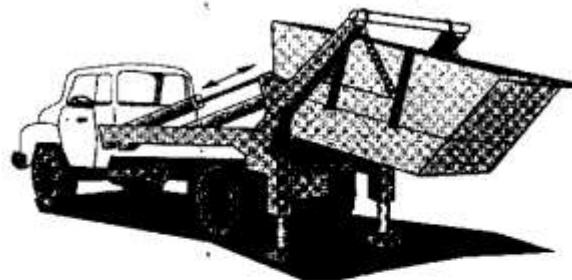
Yêu cầu trong quá trình điều khiển nâng và hạ thùng xe, tại vị trí cuối hành trình xilanh thủy lực dẫn động phải được hãm.

Hãy lập sơ đồ mạch điều khiển xilanh nâng hạ hàng hóa và điều chỉnh các thông số của bộ điều khiển van tuyến tính.

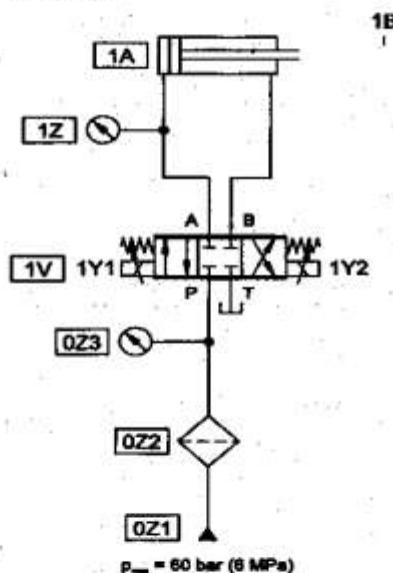
**Giải:**

a) Sơ đồ lắp mạch thủy lực của xe tải nâng hạ xem hình 10.28

- 0Z1 Bơm (lưu lượng 2 lít/phút);
- 0Z2 Bộ lọc;
- 0Z3 Áp kế (1Z)
- 1V Van đảo chiều tuyến tính 4/3;
- 1A Xilanh tác dụng 2 chiều;
- 1B Cảm biến (Proximity switch, inductive)



Hình 10.27: Xe tải nâng hạ

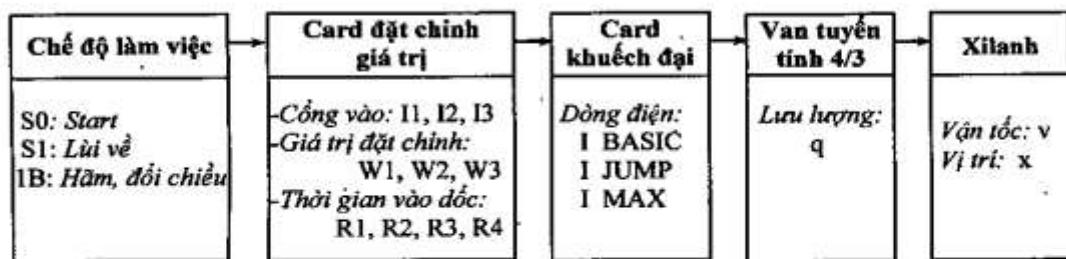


Hình 10.28: Sơ đồ mạch thủy lực

b) Linh kiện sử dụng cho mạch:

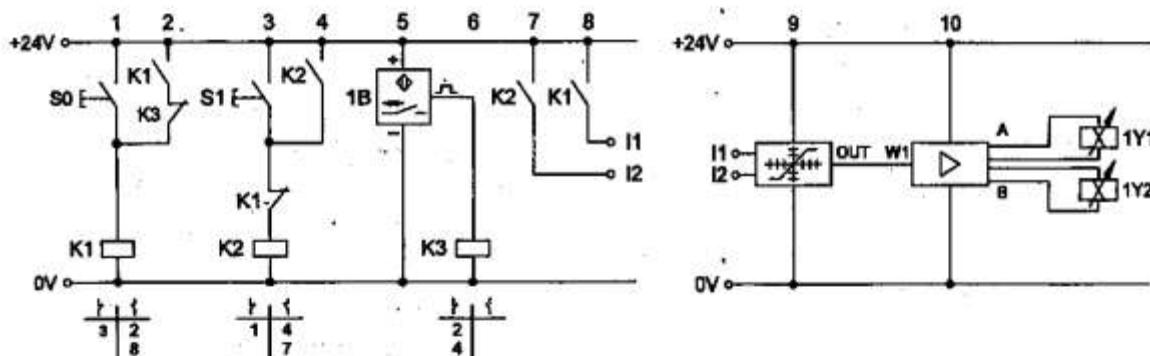
TT	Số lượng	Phần tử
1	1	Signal input, electrical
2	1	Relay, 3-fold
3	1	Proximity switch, inductive
4	1	Setpoint value card
5	1	Amplifier card
6	1	Power supply unit, 24 V
7	1	Cable set with safety plugs (Red/Blue)

c) Sơ đồ khối mạch điều khiển biểu diễn ở hình 10.29



Hình 10.29: Sơ đồ khối mạch điều khiển thủy lực xe tải nâng hạ

d) Sơ đồ mạch điện điều khiển biểu diễn ở hình 10.30



S0 *Đi tới (Satrt)*

S1 *Lùi về*

1B *Häm và đổi chiều*

Hình 10.30: Sơ đồ mạch điện điều khiển xe tải nâng hạ

e) Các bảng giá trị điều khiển xem bảng 1

Bảng 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

- Đặt chỉnh giá trị theo yêu cầu (Setting of setpoint value card ) xem bảng 2.

Bảng 2 :

Nút chọn	Giá trị hiển thị
FUNCTION	Select setpoint value with E1, E2, E3
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 (Setting of amplifier card) xem bảng 3.

Bảng 3 :

Nút chọn	Hiển thị
FUNCTION	Two-channel amplifier
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

## **MỤC LỤC**

### **MỞ ĐẦU**

#### **PHẦN I: HỆ THỐNG KHÍ NÉN**

	Trang
<u>Chương 1</u> : CƠ SỞ LÝ THUYẾT VỀ KHÍ NÉN	01
<u>Chương 2</u> : HỆ THỐNG THIẾT BỊ SX & PHÂN PHÓI KHÍ NÉN	08
<u>Chương 3</u> : CÁC PHẦN TỬ TRONG HỆ THỐNG ĐK KHÍ NÉN	23
<u>Chương 4</u> : CƠ CẤU CHẤP HÀNH	38
<u>Chương 5</u> : ĐIỀU KHIÊN BẰNG KHÍ NÉN, ĐIỆN - KHÍ NÉN	47

#### **PHẦN II: HỆ THỐNG THỦY LỰC**

<u>Chương 6</u> : KHÁI NIỆM VỀ HỆ THỐNG THỦY LỰC	69
<u>Chương 7</u> : CUNG CẤP VÀ XỬ LÝ DẦU	81
<u>Chương 8</u> : CÁC PHẦN TỬ TRONG HỆ THỐNG ĐK THỦY LỰC	93
<u>Chương 9</u> : ĐIỀU KHIÊN THỦY LỰC VÀ ĐIỆN - THỦY LỰC	107
<u>Chương 10</u> : VẠN THỦY LỰC TUYỀN TÍNH	116