

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT HÙNG YÊN**

**KHOA ĐIỆN – ĐIỆN TỬ**

-----\*\*\*\*\*-----



**GIÁO TRÌNH**

**ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG KHÍ NÉN – THỦY LỰC**

*(Lưu hành nội bộ)*

**Biên soạn: TS. Nguyễn Việt Ngự**

**Ths. Nguyễn Phúc Đáo**

Hung yên, tháng 09 năm 2013

## **MỞ ĐẦU**

Những năm sau khi cuộc cách mạng công nghiệp nổ ra, do sự tất yếu của quá trình tự động hóa trong sản xuất, kỹ thuật điều khiển bằng khí nén được phát triển rộng rãi và đa dạng hơn.

Hệ thống điều khiển bằng khí nén thường được sử dụng trong các lĩnh vực có nguy cơ xảy ra các nguy hiểm cao do điều kiện vệ sinh môi trường khá tốt và tính an toàn cao.

Hệ thống điều khiển bằng khí nén thường được sử dụng trong các lĩnh vực như: các thiết bị phun sơn, các loại đồ gá kẹp chi tiết, lĩnh vực sản xuất các thiết bị điện tử hay trong các thiết bị vận chuyển và kiểm tra...

Ứng dụng trong các dụng cụ, máy va đập trong lĩnh vực khai thác than, khai thác đá hoặc trong công trình xây dựng.

Truyền động quay với công suất lớn bằng khí nén giá thành rất cao, cao hơn từ 10 đến 15 lần so với động cơ điện. Nhưng ngược lại, thể tích và năng lượng chỉ bằng 2/3 như những dụng cụ vặn vít, máy khoan, máy mài là những dụng cụ có khả năng sử dụng truyền động bằng khí nén.

Để đáp ứng nhu cầu công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước, nhóm tác giả trong Bộ môn Điều khiển & Tự động hóa, Khoa Điện – Điện tử, Trường ĐH Sư phạm kỹ thuật Hưng yên đã tiến hành biên soạn giáo trình Điều khiển hệ thống khí nén – thủy lực cho sinh viên ngành Điện – Điện tử. Nội dung giáo trình liên quan đến hai lĩnh vực điều khiển lớn: Điều khiển bằng khí nén và điều khiển thủy lực. Giúp cho sinh viên có được sự so sánh giữa hai kỹ thuật điều khiển, từ đó rút ra được những ưu nhược và điểm giữa hai kỹ thuật điều khiển này. Trong quá trình biên soạn giáo trình, nhóm tác giả sẽ không tránh khỏi những sai sót, mong được sự đóng góp để lần biên soạn sau được hoàn thiện hơn. Mọi đóng góp xin được liên hệ theo địa chỉ sau:

**Nguyễn Viết Ngự**, Khoa Điện – Điện tử, Trường ĐH Sư phạm kỹ thuật Hưng yên;  
Mail: [ngunguyenviet@yahoo.com](mailto:ngunguyenviet@yahoo.com). Xin trân thành cảm ơn.

## **Chương 1: TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG KHÍ NÉN**

### **1.1. Những đặc điểm cơ bản**

Hệ thống khí nén được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp lắp ráp, chế biến, đặc biệt ở những lĩnh vực cần phải đảm bảo vệ sinh, chống cháy nổ hoặc ở môi trường độc hại. Ví dụ, lĩnh vực lắp ráp điện tử; chế biến thực phẩm; các khâu phân loại, đóng gói sản phẩm thuộc các dây chuyền sản xuất tự động; các ngành gia công cơ khí, công nghiệp khai thác khoáng sản...

\* Các dạng truyền động sử dụng khí nén:

+ Truyền động thẳng: được sử dụng nhiều như trong các thiết bị gá kẹp các chi tiết khi gia công, các thiết bị đột dập, phân loại và đóng gói sản phẩm... Do kết cấu đơn giản, điều khiển linh hoạt nên hệ thống khí nén có ưu thế hơn hệ thống truyền động điện trong chuyển động thẳng.

+ Truyền động quay: trong nhiều trường hợp khi yêu cầu tốc độ truyền động cao, công suất không lớn nhưng cần khả năng chịu quá tải sẽ gọn nhẹ và tiện lợi hơn nhiều so với các dạng truyền động sử dụng các năng lượng khác, ví dụ các công cụ vặn ốc vít trong sửa chữa và lắp ráp chi tiết, các máy khoan, mài công suất dưới 3kW, tốc độ yêu cầu có thể tới hàng chục nghìn vòng/phút. Tuy nhiên, ở những hệ truyền động quay công suất lớn, chi phí cho hệ thống khí nén sẽ rất cao so với truyền động điện.

\* Những ưu nhược điểm cơ bản:

+ Ưu điểm:

- Do không khí có khả năng chịu nén (đàn hồi) nên có thể nén và chứa trong bình chứa với áp suất cao thuận lợi, xem như một kho chứa năng lượng. Trong thực tế vận hành, người ta thường xây dựng trạm nguồn khí nén dùng chung cho nhiều mục đích khác nhau như công việc làm sạch, truyền động trong các máy móc...

- Có khả năng truyền tải đi xa bằng hệ thống đường ống với tổn thất nhỏ;

- Khí nén sau khi sinh công cơ học có thể thải ra ngoài mà không gây tổn hại cho môi trường.

- Tốc độ truyền động cao, linh hoạt;

- Dễ điều khiển với độ tin cậy và chính xác;
- Có giải pháp và thiết bị phòng ngừa quá tải, quá áp suất hiệu quả.

+ Nhược điểm:

- Công suất truyền động không lớn. Ở nhu cầu công suất truyền động lớn, chi phí cho truyền động khí nén sẽ cao hơn 10-15 lần so với truyền động điện cùng công suất, tuy nhiên kích thước và trọng lượng lại chỉ bằng 30% so với truyền động điện;

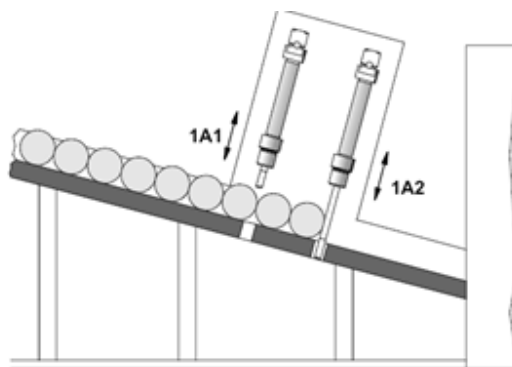
- Khi tải trọng thay đổi thì vận tốc truyền động luôn có xu hướng thay đổi do khả năng đàn hồi của khí nén khá lớn, vì vậy khả năng duy trì chuyển động thẳng đều hoặc quay đều thường là khó thực hiện.

- Dòng khí nén được giải phóng ra môi trường có thể gây tiếng ồn.

Ngày nay, để nâng cao khả năng ứng dụng của hệ thống khí nén, người ta thường kết hợp linh hoạt chúng với các hệ thống điện cơ khác và ứng dụng sâu rộng các giải pháp điều khiển khác nhau như điều khiển bằng các bộ điều khiển lập trình, máy tính...

Vài ví dụ về ứng dụng khí nén:

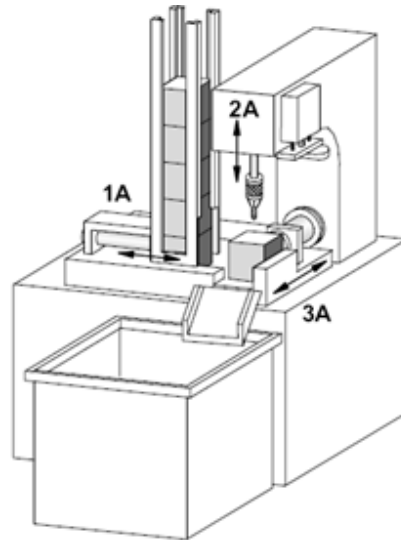
Hình 1.1a mô tả thiết bị nạp phôi. Thiết bị phải được điều khiển sao cho các xilanh 1A1, 1A2 không chế từng cặp hai phôi được chuyển qua. Số lượng phôi được nạp mỗi lần có thể được điều khiển theo ý muốn.



Hình 1.1a Thiết bị nạp phôi

Hình 1.1b mô tả thiết bị khoan tự động. Các xilanh được điều khiển trình tự trong từng chu trình khép kín hoặc liên tục nhiều chu trình. Xilanh 1A cấp phôi từ kho chứa

phôi và kẹp chặt. Xilanh 2A dẫn tiến khoan, độ sâu lỗ khoan được kiểm soát bằng các đầu đo. Khi độ sâu lỗ khoan đã thỏa mãn, 2A tự động rút lên. Khi 2A đã rút về tới vị trí ban đầu, 1A sẽ được điều khiển rút về và tiếp theo 3A đẩy sản phẩm vào thùng chứa.



Hình 1.1b Thiết bị khoan tự động

## 1.2. Cấu trúc của hệ thống khí nén

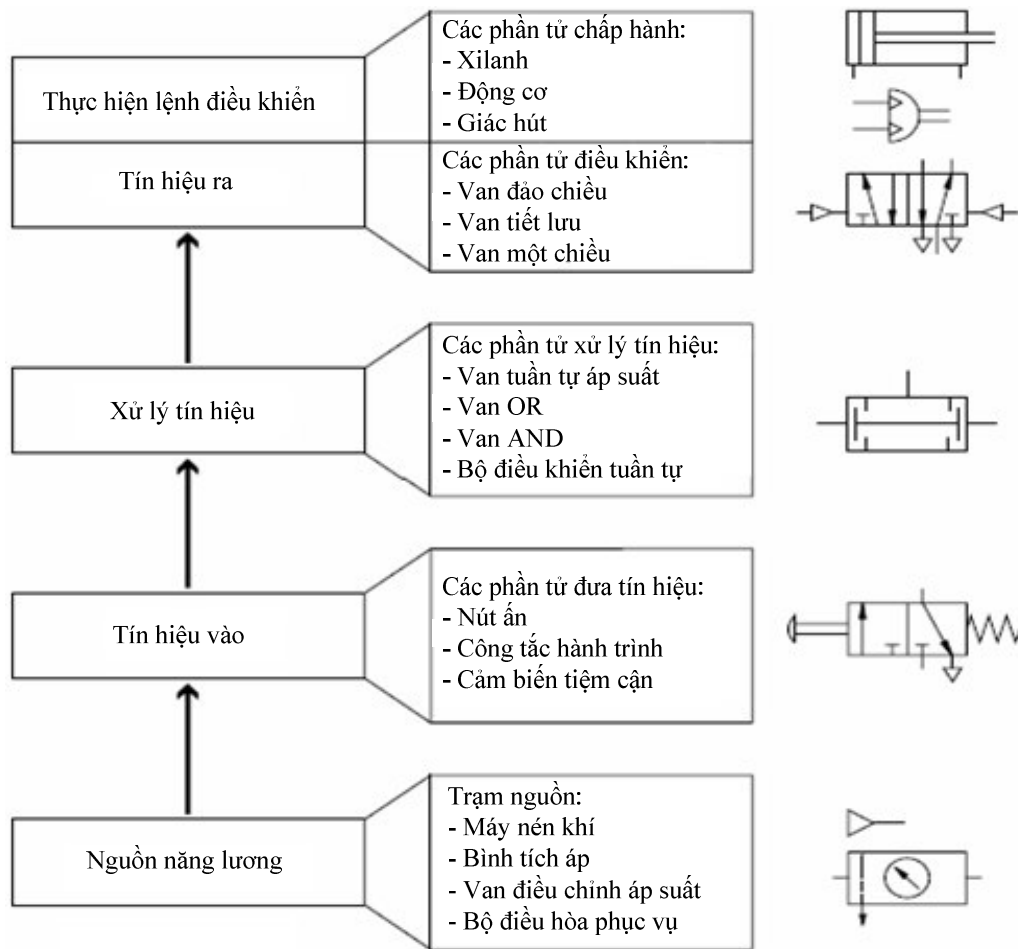
Hệ thống khí nén thường bao gồm các khối thiết bị:

- Trạm nguồn gồm: Máy nén khí, bình tích áp, các thiết bị an toàn, các thiết bị xử lý khí nén ( lọc bụi, lọc hơi nước, sấy khô...),...

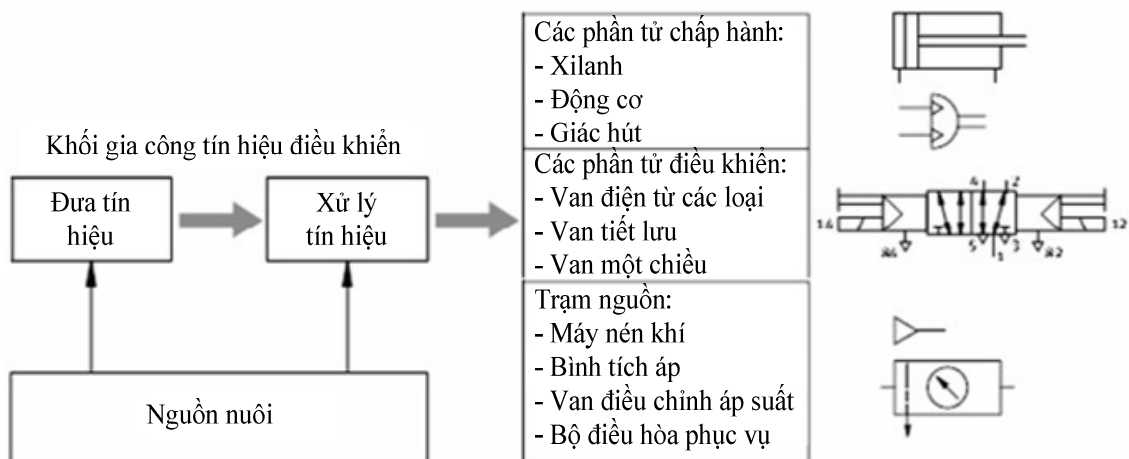
- Khối điều khiển gồm: các phần tử xử lý tín hiệu điều khiển và các phần tử điều khiển đảo chiều cơ cấu chấp hành, khống chế lưu lượng, áp suất khí nén.

- Khối các thiết bị chấp hành: Xilanh, động cơ khí nén, giắc hút...

Dựa vào dạng năng lượng của tín hiệu dùng cho điều khiển hệ thống, người ta chia ra hai dạng hệ thống khí nén: Hệ thống điều khiển hoàn toàn bằng khí nén, trong đó tín hiệu điều khiển là dòng khí nén và do đó kéo theo các phần tử xử lý và điều khiển sẽ tác động bởi dòng khí nén – Gọi là hệ thống điều khiển bằng khí nén (Hình 1.2a). Hệ thống điều khiển điện – khí nén - các phần tử xử lý và điều khiển hoạt động bằng tín hiệu là dòng điện điều khiển hoặc kết hợp tín hiệu điện và khí nén (Hình 1.2b).



Hình 1.2a Cấu trúc hệ thống điều khiển bằng khí nén



Hình 1.2b Cấu trúc hệ thống điều khiển bằng điện – khí nén

### 1.3. Một số cơ sở tính toán trong kỹ thuật khí nén

Bảng các đại lượng và đơn vị thường dùng trong kỹ thuật khí nén

Ký hiệu	Đại lượng		Đơn vị
	Tên gọi		
	Tiếng Anh	Tiếng Việt	
l	Length	Chiều dài	m
m	Mass	Khối lượng	Kg
T	Temperature	Nhiệt độ	K
F	Force	Lực	N
A	Area	Diện tích	m <sup>2</sup>
V	Volume	Thể tích	m <sup>3</sup>
q <sub>V</sub>	Volumetric flow rate	Lưu lượng	m <sup>3</sup> /s
q <sub>B</sub>	Air consumption	Khí tiêu thụ	l/min
q <sub>n</sub>	Nominal flow rate	Lưu lượng danh định	l/min
p	Pressure	Áp suất	Pa; bar
p <sub>abs</sub>	Absolute pressure	Áp suất tuyệt đối	
p <sub>amb</sub>	Ambient pressure	Áp suất môi trường	
p <sub>e</sub>	Excess pressure	Áp suất dư	
Δp	Differential pressure	Chênh lệch áp suất	
p <sub>n</sub>	Standard pressure	Áp suất tiêu chuẩn	P <sub>n</sub> = 101325 Pa
A	Piston surface	Diện tích mặt Pittông	m <sup>2</sup>
A	Annular surface (ring area)	Diện tích vành khăn	m <sup>2</sup>
d	Piston rod diameter	Đường kính cần Pittông	m
D	Cylinder diameter	Đường kính trong Xilanh	m
F <sub>eff</sub>	Effective piston force	Lực tác dụng bởi pittông	N
F <sub>F</sub>	Force of retract spring	Lực phản hồi bởi lò xo	N
F <sub>R</sub>	Friction force	Lực ma sát	N
s	Stroke length	Giới hạn tác động (của cần piston)	cm
n	Revolutions per minute	Tốc độ quay ( cho động cơ)	vg/phút (rpm)
v	Velocity of piston	Vận tốc của Pittông	m/s

## 1. Đơn vị đo áp suất

\* Đơn vị thường dùng là Pascal (Pa). 1 Pascal là áp suất phân bố đều trên bề mặt có diện tích  $1 \text{ m}^2$  với lực tác dụng vuông góc lên bề mặt đó là 1N.

$$1Pa = 1 \frac{N}{m^2}$$

Bội số của Pascal là Mpa (Mêga pascal)  $= 10^6 \text{ Pa}$

\* Đơn vị bar:  $1\text{bar} = 10^5\text{Pa}$ ;  $1\text{bar} \sim 1\text{at}$

\* Ngoài ra, người ta còn dùng psi,  $1\text{bar} = 14,5 \text{ psi}$  và  $1\text{psi} = 0,6895\text{bar}$ .

## 2. Các định nghĩa về áp suất không khí

Hình 1.4 mô tả các dạng áp suất:

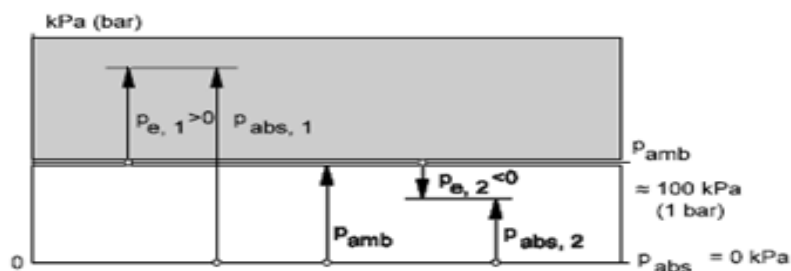
\*  $P_{\text{amb}}$  là áp suất môi trường xung quanh hay áp suất khí quyển, nó thường dao động theo địa hình hoặc thời tiết,  $P_{\text{amb}} \approx 1\text{bar}$  so với chân không tuyệt đối.

\* Áp suất tuyệt đối ( $P_{\text{abs}}$ ) là giá trị áp suất so với chân không tuyệt đối. Như vậy, tại chân không tuyệt đối  $P_{\text{abs}}=0$ .

\* Áp suất tương đối hay áp suất dư ( $P_e$ ):  $P_e = P_{\text{abs}} - P_{\text{amb}}$

Hình 1.4 chỉ rõ hai trường hợp về áp suất dư:  $P_e > 0$  khi tại điểm đo, áp suất tuyệt đối cao hơn áp suất khí quyển; và ngược lại  $P_e < 0$  (áp suất chân không).

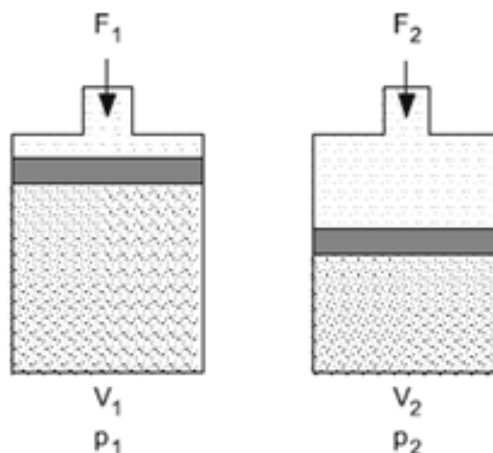
Chú ý: Trong hệ thống khí nén – các thông số kỹ thuật của thiết bị về áp suất đều được biểu diễn ở dạng áp suất dư  $P_e$  và ký hiệu ngắn gọn là P.



Hình 1.4 Mô tả các dạng áp suất



### 3. Một số định luật áp dụng trong tính toán về khí nén



Hình 1.5 Quá trình nén khí

#### 3.1. Định luật Boyle - Mariottes

Khi nhiệt độ không khí trong quá trình nén được giữ không đổi ( $T = \text{const}$ ), thì:

$$P_{\text{abs}} \cdot V = \text{const} \text{ hoặc } P_{\text{abs } 1} \cdot V_1 = P_{\text{abs } 2} \cdot V_2$$

Trong đó:

Thể tích khí nén  $V_1$  [ $\text{m}^3$ ] ở áp suất  $P_1$

Thể tích khí nén  $V_2$  [ $\text{m}^3$ ] ở áp suất  $P_2$

Hình 1.5 mô tả nguyên lý cơ bản của các máy nén khí.

#### 3.2. Định luật 1. Gay - Lussac

Khi áp suất được giữ không đổi ( $P = \text{const}$ ), thì:  $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$  hoặc  $\frac{V}{T} = \text{const}$

Trong đó:

$V_1$  là thể tích khí tại nhiệt độ  $T_1$ ;

$V_2$  là thể tích khí tại nhiệt độ  $T_2$ ;

$T$  [K], thang nhiệt độ Kelvin.

### 3.3. Định luật 2. Gay - Lussac

Khi giữ thể tích khí nén không đổi ( $V = \text{const}$ ), thì:  $\frac{P_{1\text{abs}}}{P_{2\text{abs}}} = \frac{T_1}{T_2}$  hoặc  $\frac{P}{T} = \text{const}$

Khi cả ba đại lượng ( $P, V, T$ ) có thể thay đổi, thì:

$$\frac{P_{\text{abs}} \cdot V}{T} = \text{const} \quad \text{hay} \quad \frac{P_{1\text{abs}} \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_{2\text{abs}} \cdot V_2}{T_2}$$

### 4. Lưu lượng

Lưu lượng dòng khí nén được tính:

$$Q = \frac{V}{t} = [\text{lit/s}] \text{ hay } [\text{lit/min}] \text{ hoặc } [\text{m}^3/\text{s}] \text{ hay } [\text{m}^3/\text{min}].$$

Trong đó:

$Q$ : lưu lượng,  $V$ : thể tích khí chuyển qua tiết diện ngang của đường ống hay buồng xilanh trong 1 đơn vị thời gian  $t$ .

Lưu lượng dòng khí nén có ý nghĩa quan trọng là yếu tố ảnh hưởng vận tốc làm việc của các cơ cấu chấp hành.

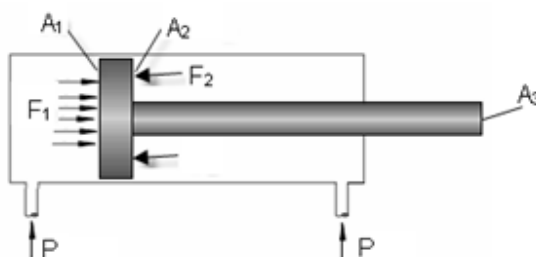
### 5. Vận tốc làm việc của cơ cấu chấp hành

Khi tải trọng của truyền động không đổi, vận tốc của cơ cấu chấp hành được xác định theo quan hệ:  $v = \frac{Q}{A}$ . Khi  $Q[\text{m}^3/\text{s}]$ ;  $A[\text{m}^2]$  thì  $v[\text{m/s}]$ , như vậy, trong trường hợp dung tích hành trình của cơ cấu chấp hành và tải trọng không đổi, tốc độ truyền động tỷ lệ thuận với lưu lượng  $Q$ .

Trong kỹ thuật khí nén, người ta dùng các van tiết lưu (điều tiết lưu lượng) để khống chế vận tốc của cơ cấu chấp hành.

Chú ý rằng: Đặc điểm truyền động khí nén là vận tốc của cơ cấu chấp hành phụ thuộc không những vào lưu lượng khí nén mà còn phụ thuộc nhiều vào tải trọng.

## 6. Lực



Hình 1.6 Tính toán lực

Lực đẩy hay kéo của Piston (Hình 1.6) gây bởi tác dụng của khí nén có áp suất  $P$  được tính theo công thức:  $F = P.A = [N]$ , trong đó:  $P$  là áp suất khí nén  $[Pa]$ ;  $A$  là diện tích bề mặt Piston  $[m^2]$ ;  $F$  lực tác dụng vuông góc với bề mặt Piston  $[N]$  gần đúng coi là lực đẩy hoặc kéo mà Xilanh thực hiện.

Trong hình vẽ, các diện tích  $A_1$ ,  $A_2$  khác nhau ( $A_2 = A_1 - A_3$ ),  $A_3$  là diện tích tiết diện của cần piston, nên các lực tác dụng cũng khác nhau tại cùng một nguồn khí nén có áp suất  $P$ :  $F_1 = P.A_1$ ;  $F_2 = P.A_2 \rightarrow F_1 > F_2$ .

## **Chương 2: CÁC PHẦN TỬ CỦA HỆ THỐNG KHÍ NÉN**

Trong công nghiệp, tùy theo quy mô sản xuất, hệ thống khí nén có thể có áp suất, lưu lượng khác nhau với những mục đích sử dụng khác nhau, song hệ thống thường bao gồm các khối thiết bị như :

- Khối nguồn khí nén: Trạm khí nén với máy nén khí, bình tích áp và các thiết bị xử lý, các bộ điều hoà phục vụ...
- Hệ thống phân phối khí nén
- Các phần tử điều khiển, giám sát các cơ cấu chấp hành thực hiện các quá trình cơ của máy công nghệ.

### **2.1. Khối nguồn khí nén**

Yêu cầu tối thiểu, khí nén cũng phải được xử lý sơ bộ đảm bảo các tiêu chuẩn:

- Đủ áp suất yêu cầu;
- Ổn định;
- Khô;
- Không lẫn bụi bẩn.

Các tiêu chuẩn này mới chỉ đáp ứng các yêu cầu chung và được dùng trong các công việc như làm sạch sản phẩm, môi trường, bơm hơi...

Để đáp ứng yêu cầu cao hơn, khí nén còn phải được xử lý thêm qua một số khâu quan trọng như lọc hơi nước triệt để hơn; điều chỉnh và ổn định áp suất theo ý muốn; vận chuyển dầu bôi trơn...trước khi đưa tới các hệ thống điều khiển và cơ cấu chấp hành.

#### **2.1.1. Máy nén khí**

Việc lựa chọn máy nén khí dựa theo yêu cầu về áp suất làm việc của các thiết bị chấp hành (Xilanh, động cơ, giác hút...và được lựa chọn theo yêu cầu công nghệ có sử dụng khí nén) và các yêu cầu khác như kích thước, trọng lượng, công suất, mức độ gây tiếng ồn của máy nén khí.

Trong thực tế, máy nén khí khá đa dạng, có thể phân nhóm theo nguyên tắc cấu tạo

như sau:

- Nhóm máy nén làm việc theo nguyên lý giảm thể tích để tăng áp suất. Nhóm này gồm máy nén kiểu Piston một cấp, nhiều cấp; máy nén kiểu màng; máy nén quay như máy nén cánh gạt; Máy nén kiểu trục vít...

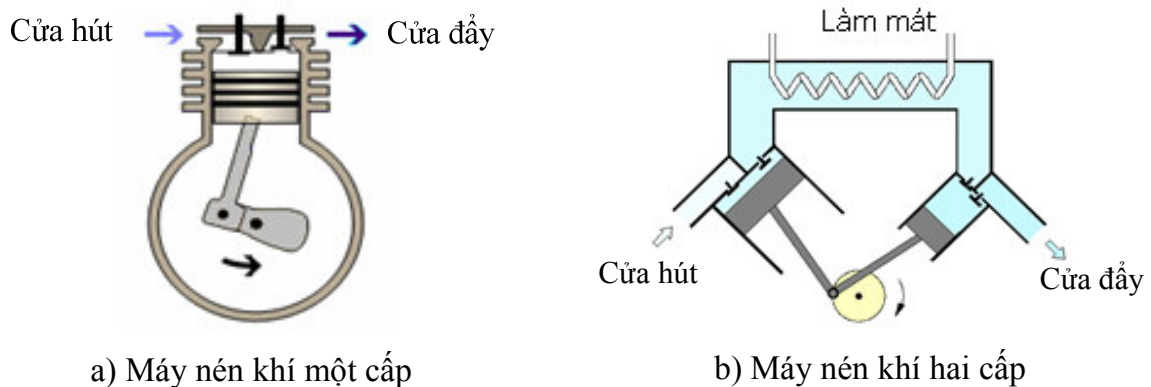
- Nhóm máy nén lưu lượng: làm việc theo nguyên lý biến động năng dòng khí thành khí có áp suất, gồm các máy nén dạng hướng trục, hướng kính.

### 1) Máy nén kiểu Piston

- Một cấp: áp suất xấp xỉ 600kPa (6 bar)

- Hai cấp: áp suất xấp xỉ 1500kPa (15bar), có thể thiết kế số cấp nhiều hơn và  $P > 15\text{bar}$ .

Lưu lượng xấp xỉ  $10\text{m}^3/\text{min}$ , làm việc theo nguyên lý thay đổi thể tích. Piston đi xuống sẽ hút không khí (đã được lọc thô) vào qua van hút. Đến hành trình piston đi lên, van hút được đóng lại, van đẩy được mở để nén không khí vào bình tích áp. Mỗi vòng quay sẽ thực hiện một kỳ hút và một kỳ nén.



Hình 2.1 Máy nén kiểu Piston

Lưu lượng của máy nén khí tính cho một cấp được áp dụng theo công thức:

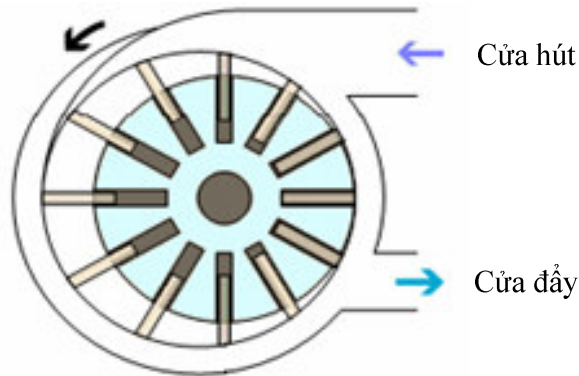
$$Q = v \cdot n = [\text{m}^3 / \text{vòng}] \cdot [\text{vòng} / \text{phút}] = [\text{m}^3 / \text{phút}] \text{ hay đổi ra } [\text{m}^3 / \text{min}] \text{ hoặc } [\text{lit} / \text{min}].$$

Trong đó:

$v$ : thể tích hành trình của buồng hút (tính cho một chu trình hay một vòng quay);  $n$ : số vòng quay mỗi phút.

Để nâng cao hiệu suất nén, ở máy nén nhiều cấp, khí nén được làm mát trước khi vào cấp nén tiếp theo.

### 2) Máy nén kiểu cánh gạt



Hình 2.2 Máy nén kiểu cánh gạt

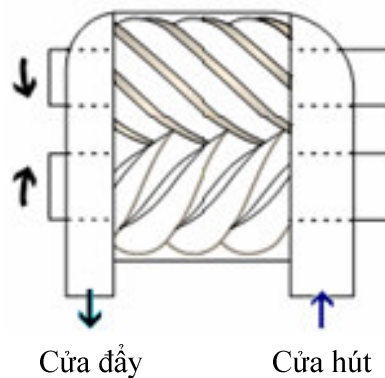
- Một cấp: áp suất xấp xỉ  $400\text{kPa} = 4\text{bar}$ ;

- Hai cấp: áp suất xấp xỉ  $800\text{kPa} = 8\text{bar}$ ;

Làm việc theo nguyên lý thay đổi thể tích liên tục;

Lưu lượng Q tỷ lệ thuận với: Đường kính stator, số cánh và độ rộng cánh gạt, độ lệch tâm và tốc độ quay rotor.

### 3) Máy nén khí kiểu trục vít

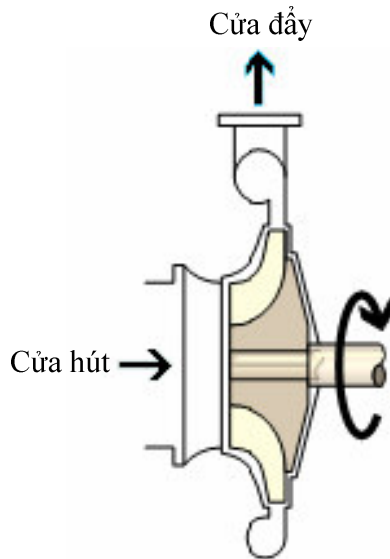


Hình 2.3 Máy nén khí kiểu trục vít

Sự ăn khớp của hai trục vít làm cho dòng khí bị nén. Máy nén khí kiểu này cũng làm việc theo nguyên lý thay đổi thể tích.

Áp suất lớn, xấp xỉ 10bar. Lưu lượng tỷ lệ thuận với tốc độ quay, chiều dài trục vít.

#### **4) Máy nén khí kiểu ly tâm**

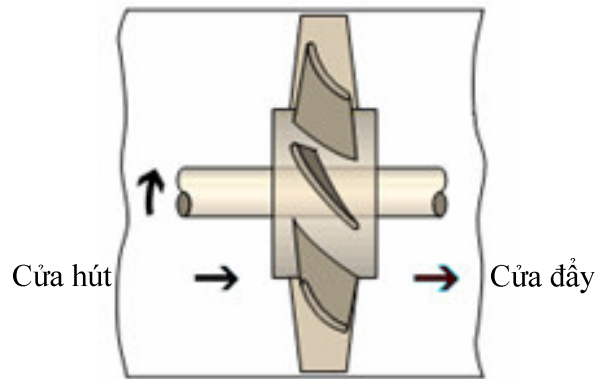


Hình 2.4 Máy nén khí kiểu ly tâm

Máy nén khí kiểu ly tâm làm việc theo nguyên lý động năng.

Áp suất khá lớn, xấp xỉ  $1000\text{kPa}=10\text{bar}$ . Lưu lượng tỷ lệ với tốc độ quay, số cánh và diện tích cánh.

#### **5) Máy nén khí kiểu hướng trục**



Hình 2.5 Máy nén khí kiểu hướng trục

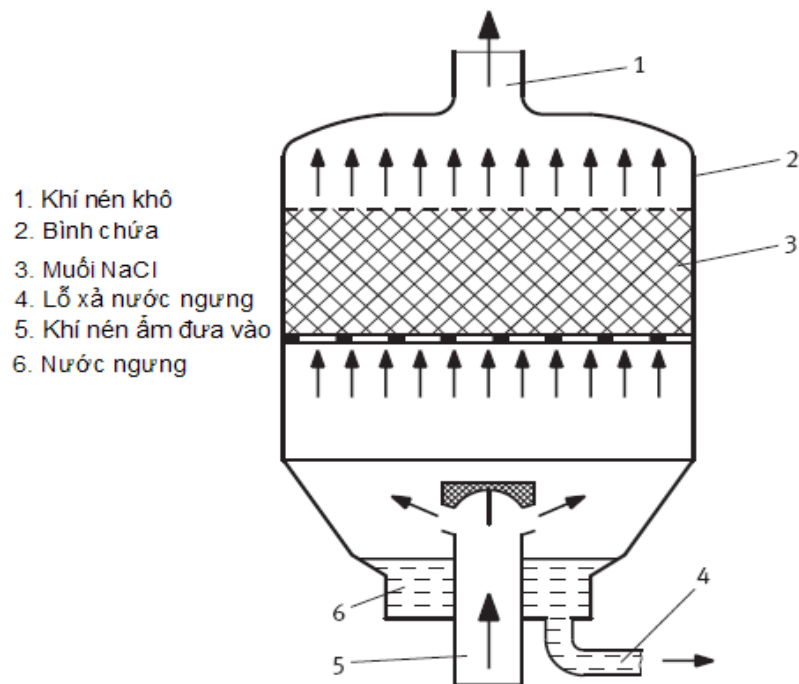
Làm việc theo nguyên lý động năng, áp suất xấp xỉ  $600\text{kPa}=6\text{bar}$ . Lưu lượng cũng tỷ lệ với tốc độ quay, đường kính buồng hút, số cánh và diện tích cánh.

### 2.1.2. Thiết bị làm sạch khí nén

Trong công nghiệp, tại các trạm khí nén công suất lớn, khí nén thường được xử lý sấy khô và lọc ẩm bằng một số quá trình sau:

#### 1) Sấy khô bằng quá trình hóa học





Hình 2.6 Thiết bị sấy khô bằng quá trình hóa học

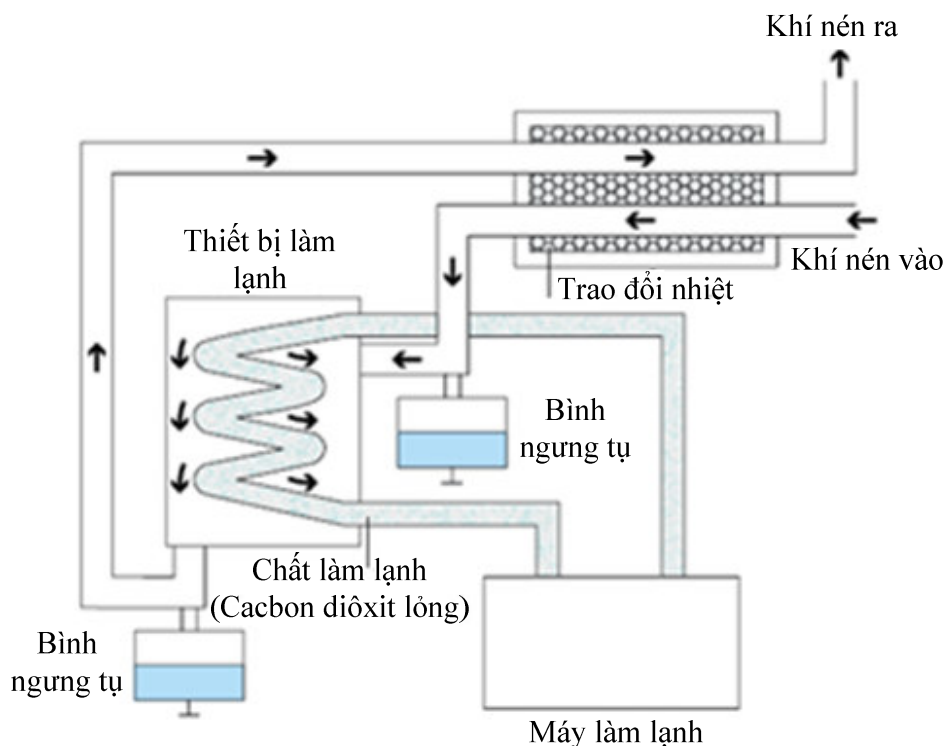
Hình 2.6, khí nén được đưa qua tầng chất làm khô (ví dụ muối NaCl), tại đây, hơi nước chứa trong khí nén sẽ được trao đổi với chất làm khô và đọng lại chảy xuống buồng chứa nước ngưng và được tháo ra ngoài. Phương pháp này được lắp đặt đơn giản, không yêu cầu nguồn năng lượng từ bên ngoài, tuy nhiên có chi phí vận hành cao, thường xuyên phải thay thế, bổ sung chất làm khô.

## 2) Bộ lọc và sấy khô ứng dụng quá trình vật lý

Nguyên lý hoạt động: khí nén từ máy nén khí qua bộ phận trao đổi nhiệt. Tại đây dòng khí nén vào đang nóng sẽ được làm lạnh nhờ trao đổi nhiệt với dòng khí đi ra đã được sấy khô và làm lạnh. Như vậy, tại khâu này : khí nén vào được làm mát, khí nén đi ra được sưỡi ẩm. Một phần hơi nước trong khí nén vào được ngưng tụ rơi xuống bình ngưng.

Sau khi được làm lạnh sơ bộ, dòng khí nén tiếp tục đi vào bộ trao đổi nhiệt với chất làm lạnh trong thiết bị làm lạnh. Tại đây, dòng khí nén được làm lạnh đến nhiệt độ hóa sương (khoảng  $+2^{\circ}\text{C}$ ), các giọt sương ngưng tụ tiếp tục rơi xuống bình ngưng thứ hai.

Thiết bị ứng dụng công nghệ này làm việc chắc chắn, chi phí vận hành thấp.

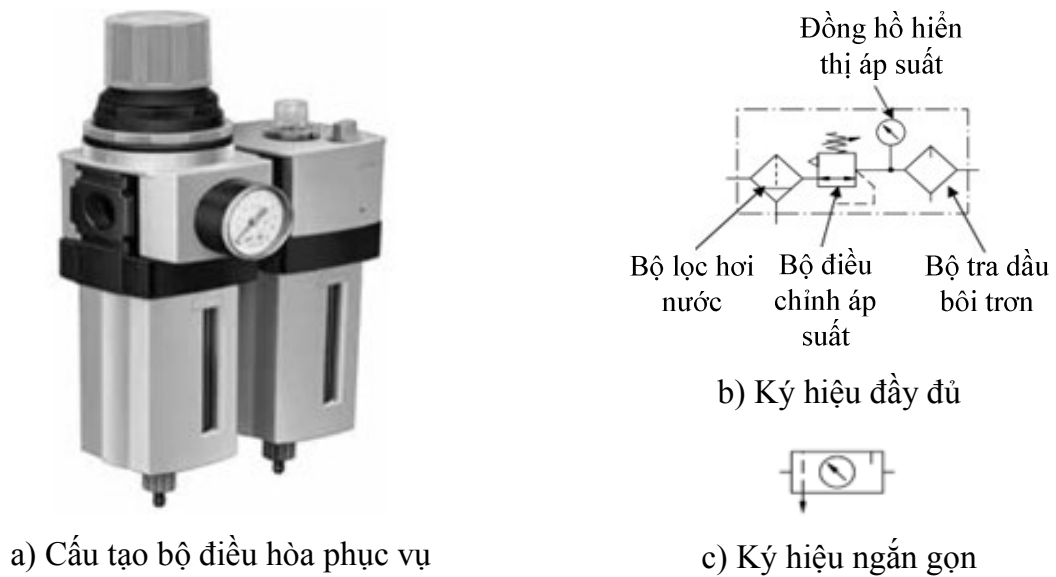


Hình 2.7 Thiết bị sấy khô bằng quá trình vật lý

### 2.1.3. Bộ điều hoà phục vụ

Để một hệ thống khí nén làm việc bền vững, liên tục và tin cậy, nguồn khí nén cần phải được nâng cao độ ổn định về áp suất, lọc hết bụi và hơi nước, mang theo dầu bôi trơn cho các phần tử điều khiển, cơ cấu chấp hành...

Để đạt được các yêu cầu trên, trong hệ thống phân phối hoặc tại các thiết bị công nghệ sử dụng khí nén cần được trang bị một cụm các phần tử gọi là bộ điều hoà phục vụ (hình 2.8a, b, c).

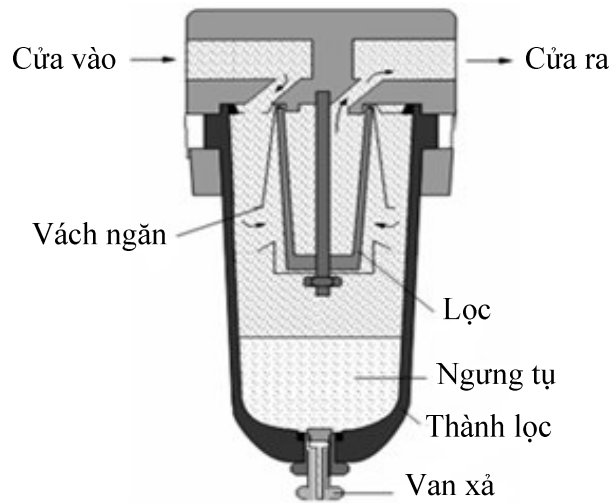


Hình 2.8 Bộ điều hòa phục vụ

Bộ điều hòa phục vụ được lắp đặt nối tiếp với nguồn khí nén đã được xử lý sơ bộ nhằm cung cấp nguồn khí nén chất lượng cao và bổ sung chức năng cung cấp dầu bôi trơn và bảo quản các phần tử của hệ thống khí nén, gồm:

- Bộ lọc hơi nước;
- Van điều chỉnh áp suất;
- Đồng hồ chỉ thị;
- Bộ tra dầu bôi trơn.

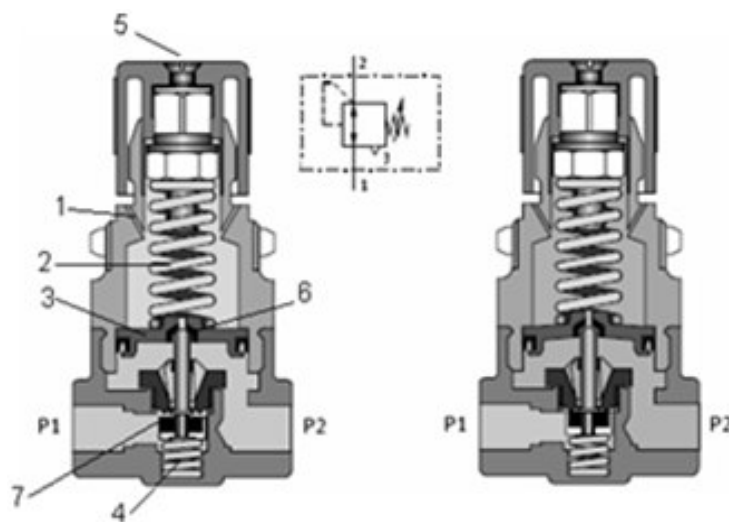
\* Bộ lọc khí nén



Hình 9 Bộ lọc hơi nước

Nguyên lý lọc: Khí nén tạo chuyển động xoáy và qua được màng lọc có kích thước lỗ từ  $5\mu\text{m}$  đến  $70\mu\text{m}$  tùy theo yêu cầu. Hơi nước bị màng lọc ngăn lại, rơi xuống cốc lọc và được xả ra ngoài.

\* Van điều chỉnh áp suất có cửa xả tràn



a) Khi  $P_1 = P_2$  và ổn định      b) Khi  $P_1 < P_2$

(1) Khe xả tràn; (2) Lò xo đặt áp suất  $P_2$ ; (3) Màng của van xả; (4) Lò xo đóng van chính; (5) Vít đặt áp suất đầu ra  $P_2$ ; (6) Van xả tràn; (7) Van chính.

Hình 2.10 Van điều chỉnh áp suất có cửa xả tràn

Chức năng: duy trì áp suất làm việc ở đầu ra không đổi trong phạm vi rộng, khắc phục sự dao động áp suất ở mạng đường ống và ở các hệ tiêu thụ khí nén.

Nguyên lý làm việc:

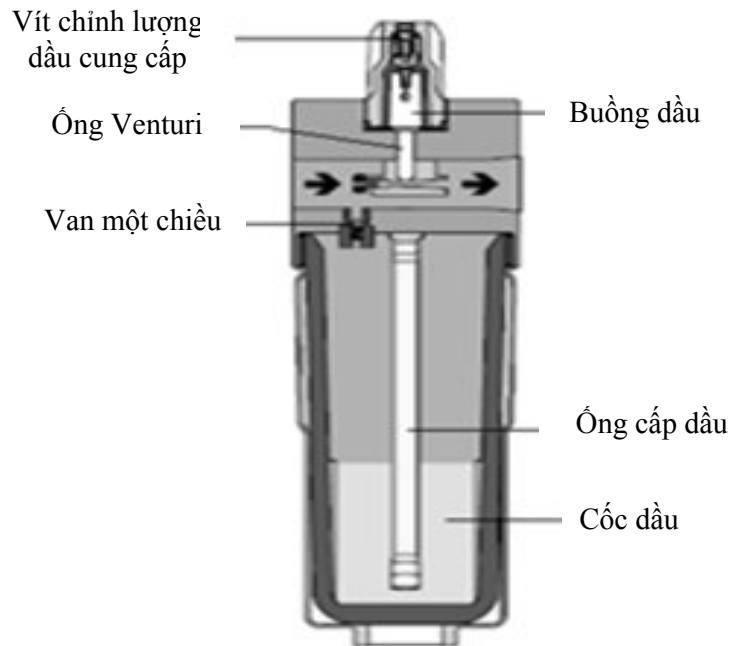
Khi áp suất vào  $P_1$  ổn định, áp suất ra  $P_2$  bằng với áp suất đặt, van điều chỉnh áp suất ở trạng thái cho khí nén đi qua van chính (7) hướng từ  $P_1$  đến  $P_2$ .

Giả sử  $P_2$  tăng lên, ví dụ do tải trọng của xilanh tăng lên, đệm (3) của van xả (6) bị đẩy cong khiến khí nén qua van xả ra ngoài qua khe hẹp (1) – làm giảm  $P_2$ , đồng thời lò xo (4) đẩy đệm đóng van chính không cho áp dòng khí chảy ngược về phía nguồn  $P_1$ , trường hợp này tương tự khi  $P_1$  dao động theo hướng tăng  $\rightarrow P_2$  tăng.

Trường hợp khác, khi áp suất cửa ra  $P_2$  giảm, ví dụ lọt khí qua các tấm đệm làm kín của piston, đệm (3) của van xả (6) hạ xuống mở thêm van chính (7), trường hợp này tương tự khi  $P_1$  dao động theo hướng giảm  $\rightarrow P_2$  tăng trở lại.

\* Bộ tra dầu bảo quản

Khí nén đã được lọc sạch bụi bẩn và hơi nước, tuy nhiên để cung cấp cho hệ thống điều khiển khí nén, dòng khí nén còn phải có chức năng vận chuyển một lượng dầu có độ nhớt để bảo quản, bôi trơn các bộ phận bằng kim loại, các chi tiết gây ma sát nhằm chống mài mòn, chống rỉ, kẹt. Để đạt được điều đó, người ta thường dùng một thiết bị tra dầu làm việc theo nguyên tắc cơ bản của một ống Venturi.

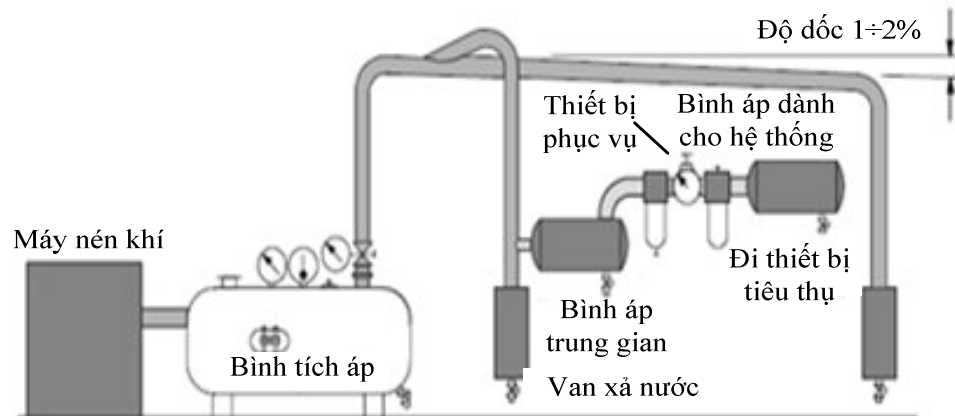


Hình 2.11 Mô tả nguyên lý cấu tạo của bộ tra dầu

Nguyên lý làm việc: khi luồng khí nén có áp suất chảy qua khe hẹp, nơi đặt miệng ống Venturi, áp suất trong ống tụt xuống mức chân không khiến cho dầu từ cốc được hút lên miệng ống và rơi xuống buồng dầu rồi bị luồng khí nén có tốc độ cao phân chia thành những hạt nhỏ như sương mù cuốn theo dòng khí nén để bôi trơn, bảo quản các phần tử của hệ thống.

#### 2.1.4. Phân phối khí nén

Hình 2.12, mô tả một hệ thống phân phối khí nén. Hệ thống ống dẫn thường được đặt dốc theo hướng cung cấp khí nén, với độ dốc từ 1-2%.



Hình 2.12 Hệ thống phân phối khí nén

Đường kính của ống dẫn được lựa chọn phụ thuộc vào yêu cầu về tổn thất áp suất trên đường dẫn tính từ nguồn đến nơi tiêu thụ, theo tiêu chuẩn không vượt quá 0,1 bar.

Cơ sở lựa chọn:

- Lưu lượng cần thiết;
- Độ dài đường dẫn;
- Tổn thất áp suất cho phép;
- Áp suất vận hành;
- Số điểm cần kiểm tra lưu lượng trên đường dẫn.

## 2.2. Các cơ cấu chấp hành

Các cơ cấu chấp hành có chức năng biến đổi năng lượng được tích lũy trong khí nén thành động năng, để tạo ra các chuyển động:

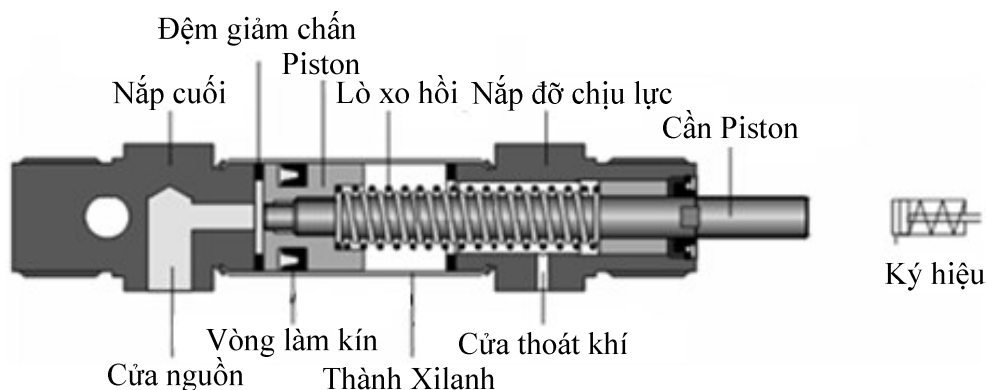
- Chuyển động thẳng:
  - + Xilanh tác dụng đơn;
  - + Xilanh tác dụng kép.
- Chuyển động quay:
  - + Động cơ khí nén;
  - + Xilanh quay;
  - + Động cơ khí nén có góc quay giới hạn.
- Giác hút.

### 2.2.1. Xilanh

#### a. Xilanh tác dụng đơn

\* Nguyên lý cấu tạo:

- Xilanh kiểu piston và ký hiệu trên sơ đồ (Hình 2.13)



Hình 2.13 Xilanh tác dụng đơn

\* Nguyên tắc hoạt động

- Khí nén chỉ được sử dụng để tạo lực tác dụng ở một phía của Piston (chiều tác dụng);
- Piston lùi về bằng lực phản hồi của lò xo hay của lực từ bên ngoài (chiều không tác dụng);
- Xilanh có một cổng cấp nguồn, một lỗ thoát khí;
- Điều khiển hoạt động của xilanh đơn thường sử dụng van đảo chiều 3/2.

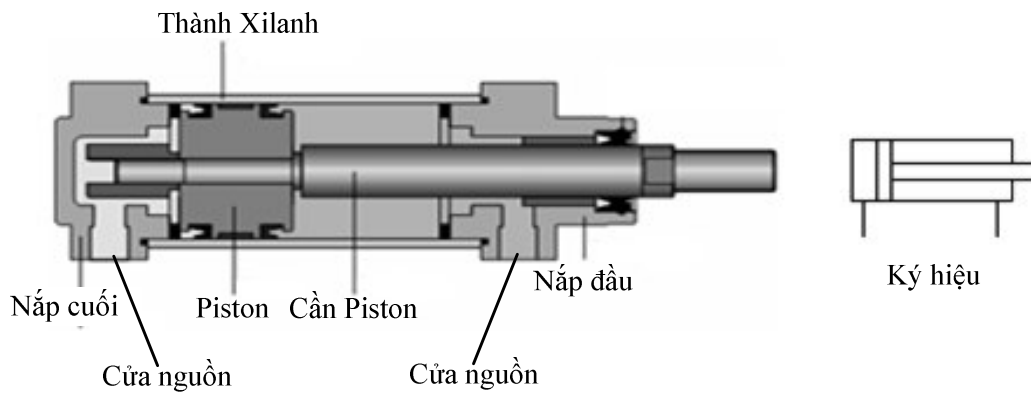
### 2.2.2. Xilanh tác dụng kép

\* Nguyên lý cấu tạo:

Các dạng:

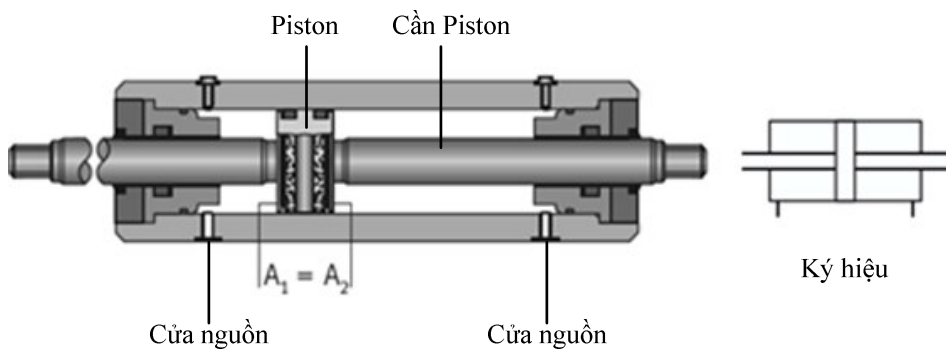
- Xilanh kép có cần piston một phía (Hình 2.14): Do diện tích của hai mặt Piston khác nhau nên lực tác dụng trên cần piston cũng khác nhau (lực đẩy lớn hơn lực kéo).





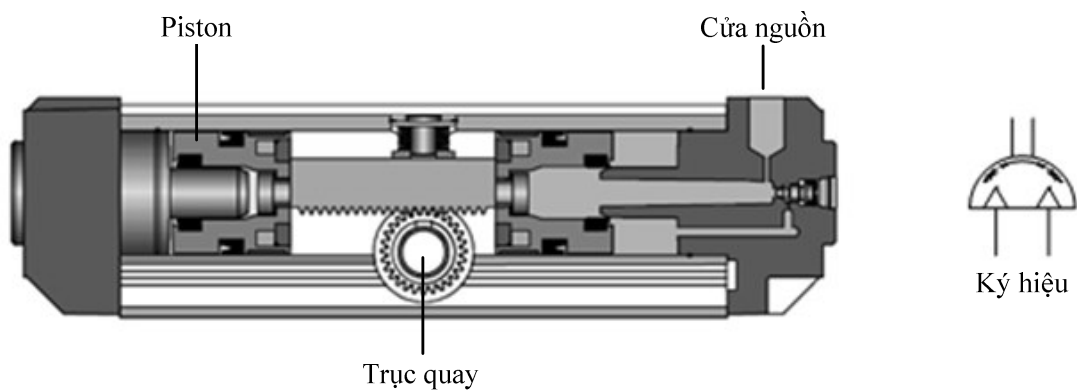
Hình 2.14 Xilanh tác dụng kép có cần piston một phía

- Xilanh kép có cần piston hai phía (gọi là xilanh đồng bộ), vì diện tích hai mặt piston bằng nhau nên lực tác dụng sinh ra cũng bằng nhau.



Hình 2.15 Xilanh tác dụng kép có cần piston hai phía

- Xilanh chuyển hướng chuyển động.



Hình 2.16 Xilanh xoay (góc xoay 0÷360)

Cần Piston có thanh răng truyền động tới bánh răng, tạo ra góc xoay  $0\div 360^\circ$ , mômen khoảng 0,5Nm đến 20Nm ở áp suất vận hành 6bar, tùy thuộc đường kính của Piston.

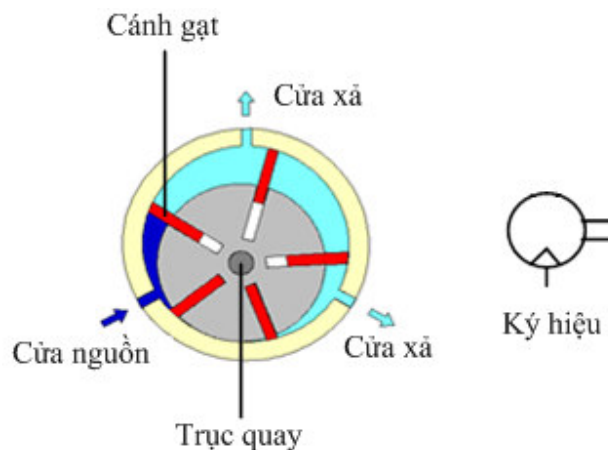
\* Nguyên tắc hoạt động:

- Khí nén được sử dụng để tạo lực tác dụng ở hai phía của piston (đẩy hoặc kéo).
- Xilanh có hai cửa cấp và thoát dòng khí nén
- Điều khiển hoạt động của xilanh kép thường sử dụng các van 4/2, 5/2 hoặc 5/3.

#### 2.2.4. Động cơ khí nén

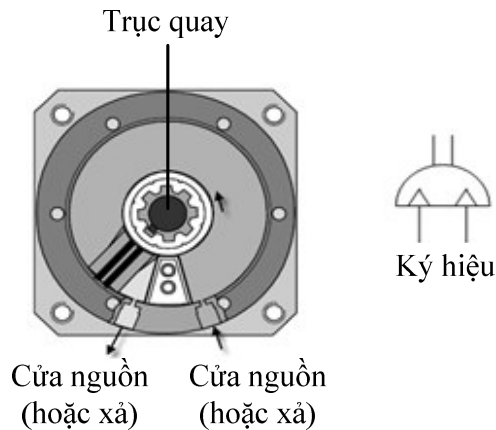
Động cơ có thể quay tròn liên tục và có thể đảo chiều quay, điều khiển bằng van 4/2; 5/2 hay 5/3.

Hình 2.17 là nguyên lý cấu tạo của một động cơ kiểu cánh gạt.



Hình 2.17 Động cơ khí nén kiểu cánh gạt

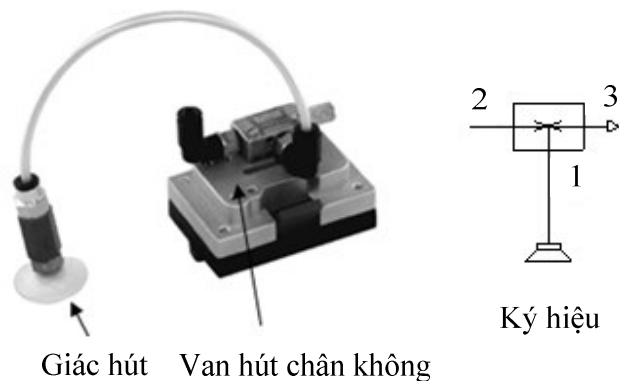
Kiểu truyền động xoay (Hình 2.18)



Hình 2.18 Động cơ khí nén kiểu truyền động xoay (góc xoay  $0 \div 270$ )

Điều khiển bằng van đảo chiều 4/2, 5/2 hay 5/3. Mômen xoay khoảng 0,5Nm đến 20Nm ở áp suất vận hành 6bar và phụ thuộc vào kích thước của cánh gạt.

## 5. Giác hút



Hình 2.19 Cấu tạo giác hút

Một miếng lõm bằng cao su có thể được một vật bằng sức hút của khí nén. Khi cho dòng khí nén thổi từ cửa 2 sang cửa 3, cửa hút 1 sẽ tạo chân không cho giác hút.

### 2.3. Các van điều khiển đảo chiều thông dụng

#### 2.3.1. Quy ước ký hiệu các van điều khiển đảo chiều trên sơ đồ hệ thống khí nén

1) Quy ước biểu diễn các cổng vào/ra, các vị trí làm việc, tên gọi của van đảo chiều

Van đảo chiều có rất nhiều dạng khác nhau, nhưng dựa vào đặc điểm chung là số cửa, số vị trí và số tín hiệu tác động để phân biệt chúng với nhau (Hình 2.20).

- Số vị trí: là số chỗ định vị nòng van. Thông thường van đảo chiều có hai hoặc ba vị trí; ở những trường hợp đặc biệt thì có thể nhiều hơn.

- Thường kí hiệu bằng các chữ cái o, a, b,... hoặc các con số 0, 1, 2,...

- Số cửa: là số lỗ để dẫn khí đầu vào hoặc đầu ra. Số cửa van đảo chiều thường dùng là 1, 2, 3,...Hoặc có thể nhiều hơn nữa.

- Thường kí hiệu:

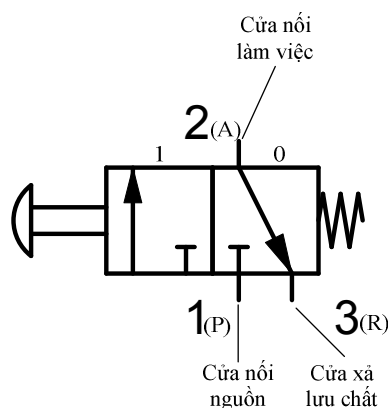
Cửa nối với nguồn: 1(P);

Cửa nối làm việc: 2, 4, 6,...(A, B, C,...);

Cửa xả lưu chất: 3, 5, 7,...(R, S, T,...), khi cần giảm tiếng ồn, người ta lắp vào các cửa xả các ống giảm thanh;

Cửa nối tín hiệu điều khiển: 10, 12, 14,...(X, Y, Z,...).

Trong một van đảo chiều, tín hiệu điều khiển là tín hiệu kích thích (bằng tay, bằng cơ học, bằng khí – dầu, bằng điện từ) làm cho nòng van dịch chuyển từ vị trí này sang vị trí khác. Số tín hiệu điều khiển thường là 1 hoặc 2.



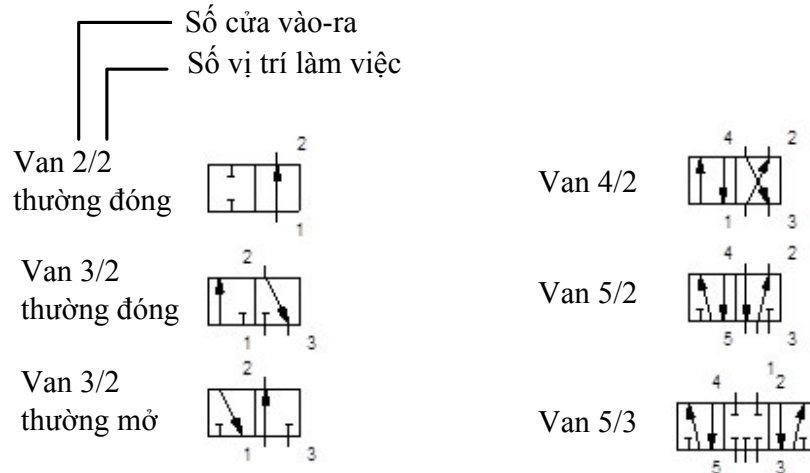
Hình 2.20 Kí hiệu van đảo chiều

- Trạng thái của các cửa trên van đảo chiều: trên cùng một vị trí làm việc của van, nếu các cửa có ký hiệu chiều mũi tên hướng vào nhau ( $\rightarrow$ ) thì diễn tả trạng thái của các cửa đó thông được với nhau (khí-dầu có thể chạy được từ cửa này sang cửa kia); cửa có ký hiệu (T) thì diễn tả trạng thái của cửa đó là bị chặn (hay bị bịt lại, khí-dầu không thể

chạy qua được).

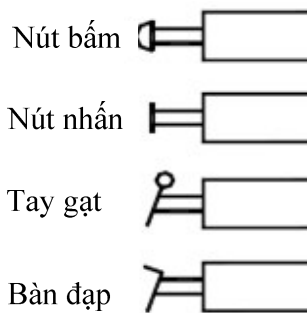
- Tên gọi của van đảo chiều: tên gọi van đảo chiều dựa vào số cửa và số vị trí làm

việc của van: **Tên gọi van đảo chiều** =  $\frac{s}{s'}$ .

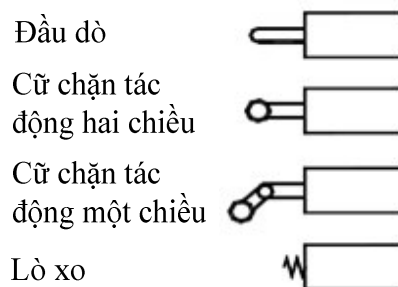


Hình 2.21 Quy ước biểu diễn kí hiệu van đảo chiều

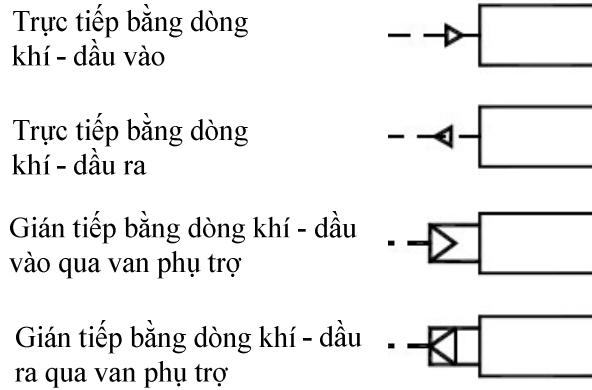
2) Quy ước biểu diễn các dạng tín hiệu tác động điều khiển van đảo chiều



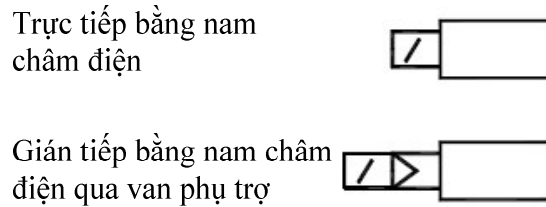
a) Tác động bằng tay



b) Tác động bằng cơ học



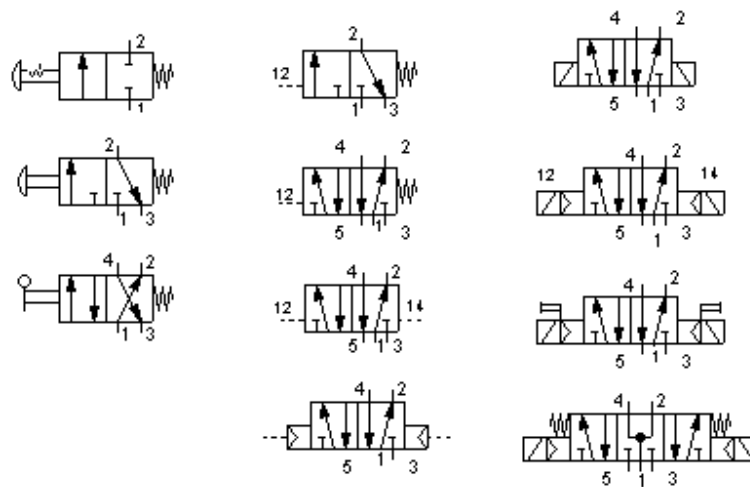
c) Tác động bằng khí nén – dầu



d) Tác động bằng điện

Hình 2.22 Tín hiệu tác động

3) Một số ký hiệu đầy đủ của các van đảo chiều (Hình 2.21)



Hình 2.23 Một số ký hiệu đầy đủ của các van đảo chiều

Trong đó, quy ước biểu diễn các tín hiệu điều khiển bằng các con số:

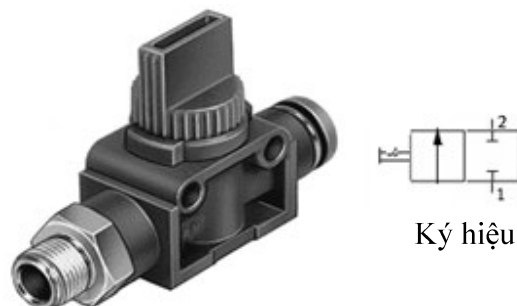
- Số 12 là tín hiệu điều khiển mở van để khí nén (dầu) từ cửa nguồn 1 → cửa ra 2;
- Tương tự số 14 là tín hiệu điều khiển mở van để khí nén (dầu) từ cửa nguồn 1 → cửa ra 4. Hình 2.23, giới thiệu một số van đảo chiều khí nén sử dụng trong công nghiệp.



Hình 2.24 Giới thiệu một số van đảo chiều sử dụng trong công nghiệp

### 2.3.2. Nguyên lý cấu tạo và hoạt động của các van đảo chiều

#### 1) Van đảo chiều 2/2



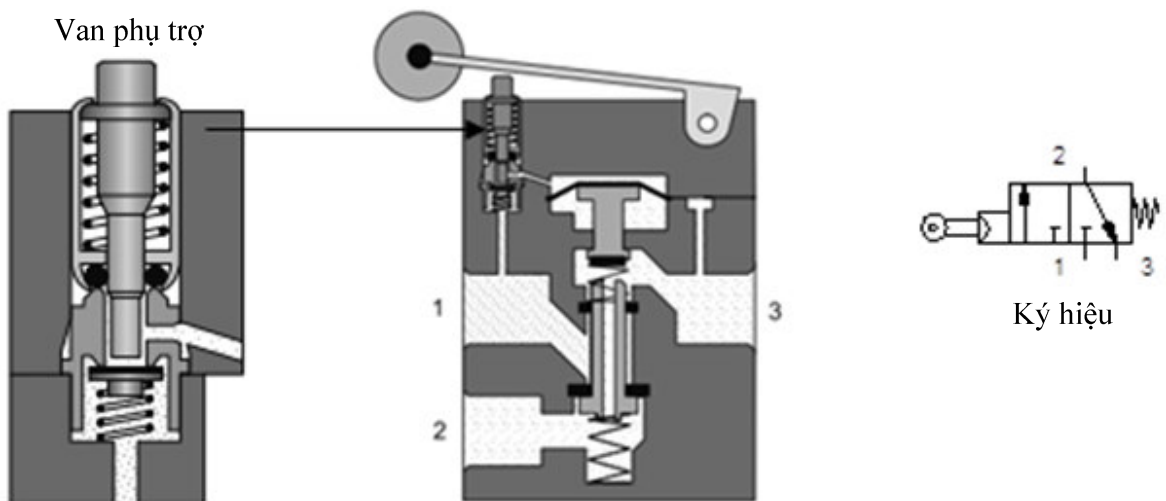
Hình dáng bên ngoài

Hình 2.25 Van đảo chiều 2/2

- Van đảo chiều 2/2 có hai cổng vào(1)/ra(2), hai trạng thái, van đảo chiều 2/2 có thể sử dụng làm khóa đóng/mở nguồn khí nén.

- Van đảo chiều 2/2 thường dùng làm van phụ trợ trong các van đảo chiều điều khiển bằng khí nén, điều khiển bằng điện và trong các công tắc hành trình...

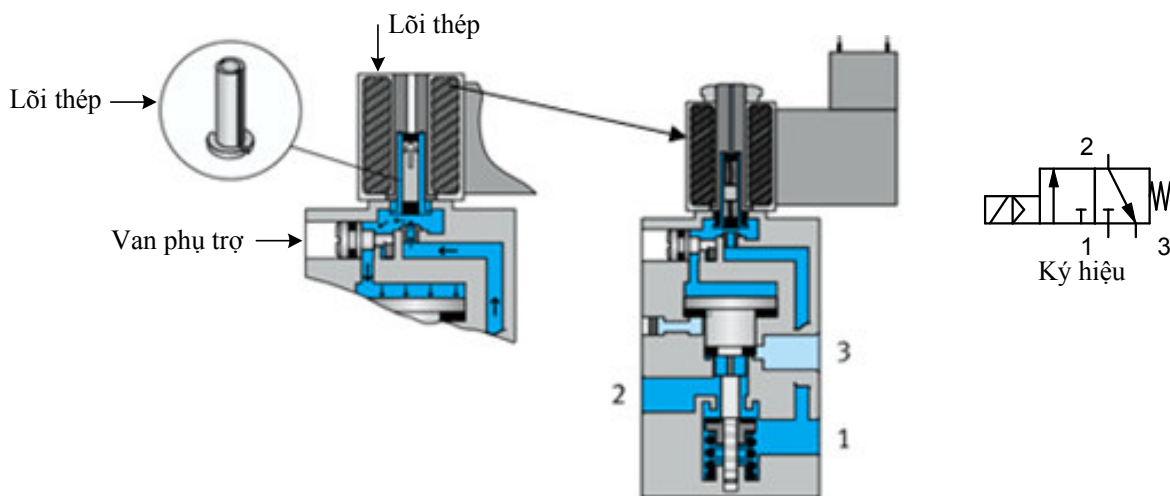
+ Van phụ trợ 2/2 tác động bằng lực cơ học sử dụng trong công tắc hành trình 3/2 (hình 2.25).



Hình 2.26 Công tắc hành trình 3/2

+ Van đảo chiều 3/2 có van phụ trợ 2/2 điều khiển bằng điện từ (van điện từ). Cơ chế sử dụng van phụ trợ trong van đảo chiều được trình bày trên hình 2.27.



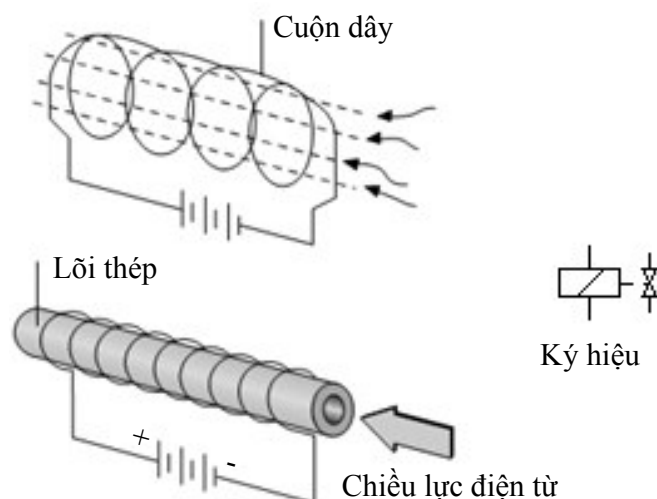


Hình 2.27 Van đảo chiều 3/2 điều khiển gián tiếp bằng điện từ (có van phụ trợ 2/2)

Nguyên lý làm việc của van điện từ:

Như đã nêu trên, các van đảo chiều được điều khiển bằng những tác động bằng tay, bằng tiếp xúc cơ khí, bằng lực sinh ra bởi khí nén và bằng lực điện từ. Để hiểu rõ hơn về sự tạo thành lực điện từ trong cuộn dây của các van điện từ, chúng ta xem hình 2.28.

Khi cho dòng điện một chiều chạy vào cuộn dây, sinh ra lực điện từ hút lõi thép di chuyển vào trong lòng cuộn dây như hình vẽ 2.28.



Hình 2.28 Nguyên lý làm việc của nam châm điện từ

Khi dòng điện chạy qua cuộn dây, trong nó xuất hiện một từ trường. Từ trường sinh lực điện từ tác động lên lõi bằng vật liệu sắt từ mềm, kéo lõi vào lòng cuộn dây.

Độ lớn của lực điện từ phụ thuộc vào:

- Số vòng dây của cuộn dây;
- Cường độ dòng điện chảy qua cuộn dây;
- Kích thước hợp lý của cuộn dây.

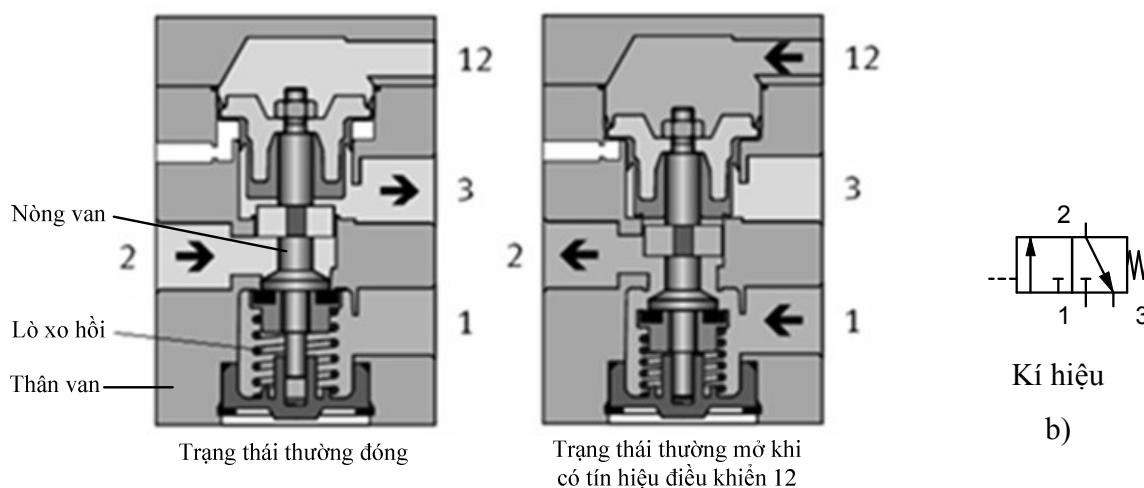
Lõi từ được gắn với các cơ cấu đóng - mở van

Ký hiệu van điện từ trên sơ đồ mạch điện như trên hình vẽ 2.28.

## 2) Van đảo chiều 3/2

Van 3/2 có 3 cửa làm việc (vào(1), ra(2) và cửa xả(3)) và hai trạng thái. Các van 3/2 được chế tạo rất đa dạng và ứng dụng cũng rất phong phú. Dạng tín hiệu tác động có thể bằng tay; bằng tiếp xúc cơ khí; bằng khí nén hay bằng điện từ ở một phía hoặc cả hai phía. Các van điều khiển bằng khí nén hay bằng điện từ cả hai phía có đặc tính như một phân tử chuyển mạch có nhớ trạng thái (Flip-Flop) hay còn gọi là van xung.

- Hình 2.27a trình bày ký hiệu, cấu tạo, nguyên lý làm việc của một van đảo chiều 3/2 điều khiển bằng khí nén:



a) Sơ đồ cấu tạo

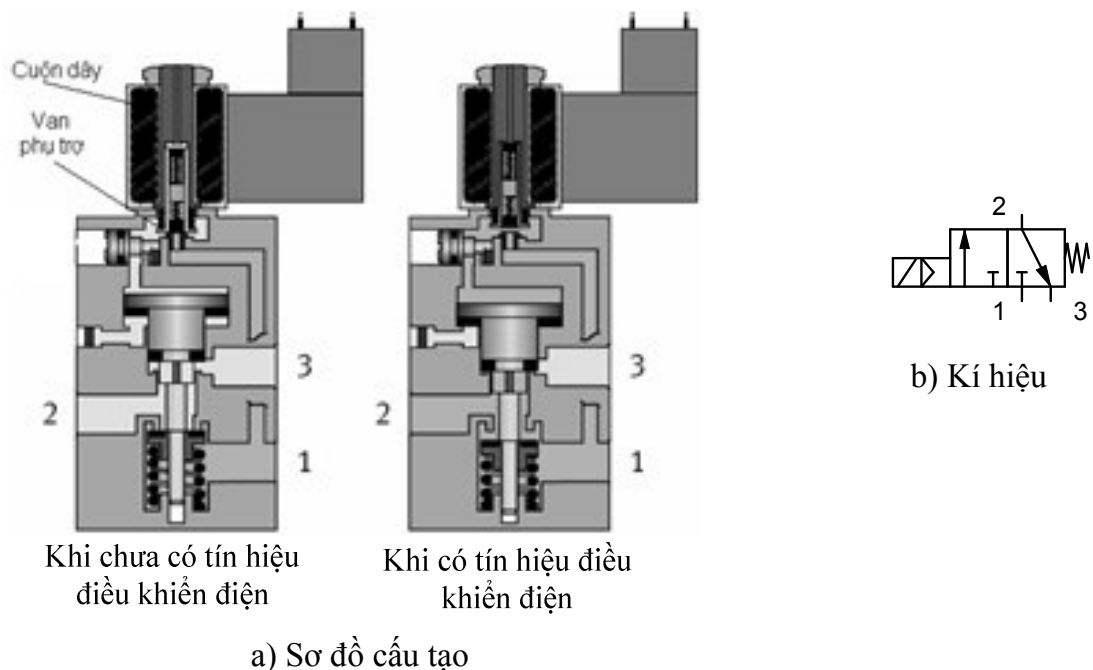
Hình 2.27 Van đảo chiều 3/2 điều khiển bằng khí nén

+ Có một trạng thái ổn định (thường đóng) thiết lập bởi lò xo hồi vị.

+ Trạng thái còn lại được thiết lập và tồn tại cùng với tín hiệu điều khiển ở cửa (12).

Chú ý: Để có một van đảo chiều 3/2 điều khiển cả hai phía bằng khí nén (dầu), người ta chỉ cần tháo bỏ lò xo hồi vị và thay vào đó một khoang điều khiển bằng khí nén (dầu) có chức năng giống như khoang điều khiển (12), kí hiệu của van này như trên hình 2.27b.

- Hình 2.28 mô tả cấu tạo và nguyên lý làm việc của một van đảo chiều 3/2 điều khiển gián tiếp bằng điện từ thông qua van phụ trợ (Pilot control valve).



Hình 2.28 Van đảo chiều 3/2 điều khiển gián tiếp bằng điện từ thông qua van phụ trợ

Van phụ trợ là van trung gian để điều khiển van chính, với mục đích giảm thiểu công suất tín hiệu điều khiển.

Trong các hệ thống khí nén hiện đại sử dụng các bộ điều khiển điện tử, tín hiệu điều khiển thường có công suất nhỏ vì vậy người ta thường sử dụng điện – khí nén với van phụ trợ.

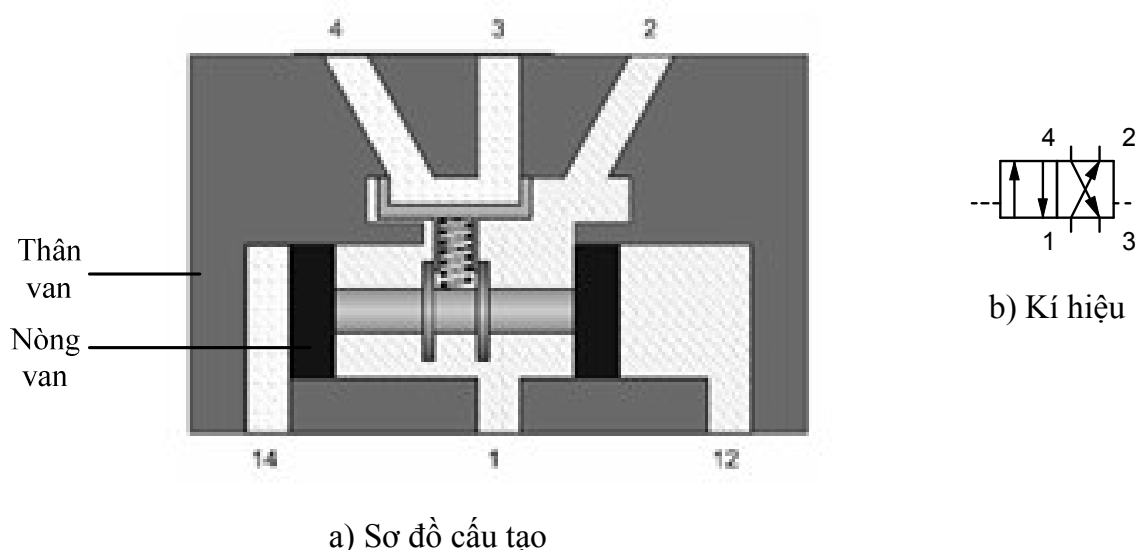
### 3) Van đảo chiều 4/2

Van đảo chiều 4/2 có 4 cửa làm việc (vào (1), ra (2,4) và chung một cửa xả (3)), hai trạng thái làm việc. Van đảo chiều 4/2 được ghép bởi hai van đảo chiều 3/2 trong một vỏ: một thường đóng, một thường mở.

Van đảo chiều 4/2 cũng có thể điều khiển bằng cơ khí, bằng khí nén (dầu) hay điện một phía hoặc cả hai phía. Các van điều khiển bằng khí nén (dầu) hay điện cả hai phía cũng có đặc điểm như một phần tử nhớ hai trạng thái.

Van 4/2 được sử dụng làm van đảo chiều xilanh tác dụng kép hoặc động cơ khí nén.

Hình 2.29 biểu diễn ký hiệu, cấu tạo và nguyên lý hoạt động của một van đảo chiều 4/2 điều khiển bằng khí nén cả hai phía.



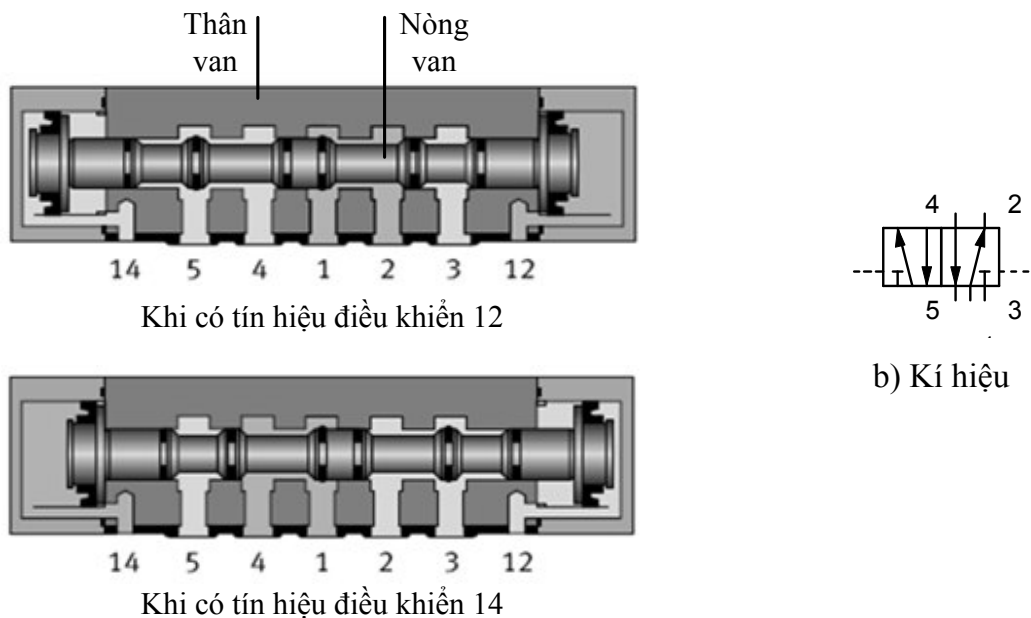
Hình 2.29 Van đảo chiều 4/2 điều khiển trực tiếp từ hai phía bằng khí nén

### 4) Van đảo chiều 5/2

Van đảo chiều 5/2 có 5 cửa làm việc (vào(1), ra (2, 4) và hai cửa xả riêng cho mỗi trạng thái (3,5)), có hai trạng thái làm việc.

Van đảo chiều 5/2 cũng có thể điều khiển bằng cơ khí, bằng khí nén (dầu) hay điện từ một phía hoặc cả hai phía. Các van điều khiển bằng khí nén (dầu) hay điện cả hai phía có đặc điểm như các van đã giới thiệu - là một phần tử nhớ hai trạng thái. Van 5/2 dùng làm van đảo chiều điều khiển xilanh tác dụng kép, động cơ. Hình 2.30a biểu diễn ký hiệu,

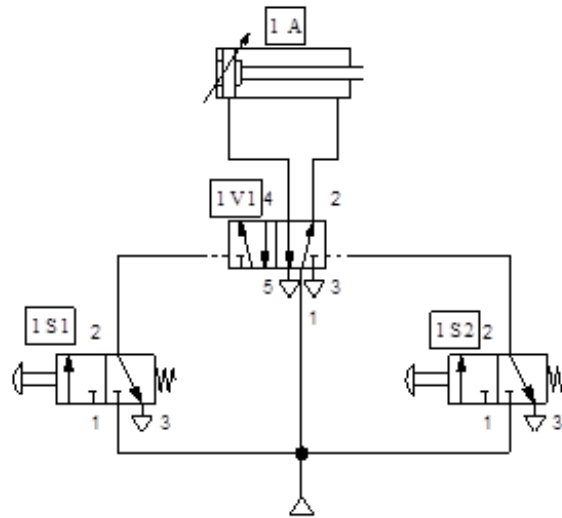
cấu tạo và nguyên lý hoạt động của một van đảo chiều 5/2 điều khiển bằng khí nén, trạng thái ổn định hiện có được thiết lập bởi tín hiệu ở cửa điều khiển (12). Hình 2.30b là trạng thái ổn định được thiết lập lại bởi tín hiệu ở cửa điều khiển (14).



a) Sơ đồ cấu tạo

Hình 2.30 Van đảo chiều 5/2 điều khiển trực tiếp hai phía bằng khí nén

Ví dụ: Ứng dụng van đảo chiều 5/2 – xung (Hình 2.31).

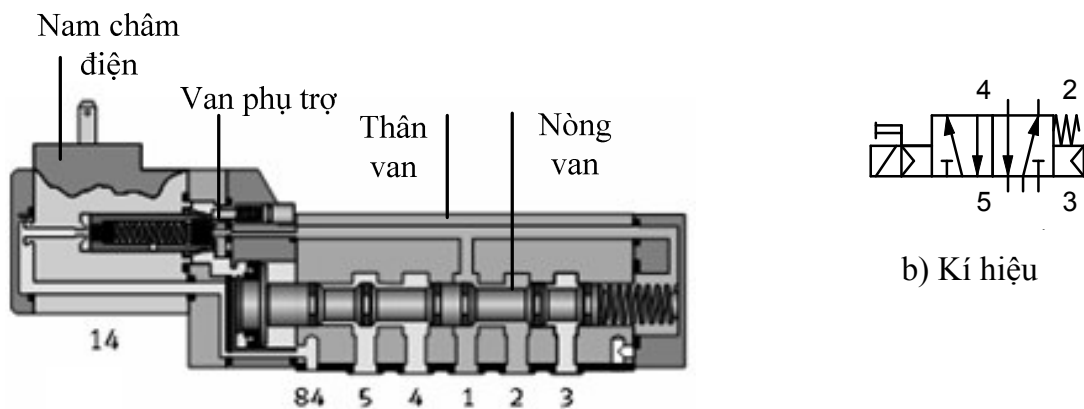


Hình 2.31. Ứng dụng van đảo chiều 5/2 điều khiển trực tiếp hai phía bằng khí nén

- Van đảo chiều 5/2 điều khiển gián tiếp thông qua van phụ trợ bằng điện từ:

Các van đảo chiều 5/2 điều khiển gián tiếp qua van phụ trợ bằng điện từ được sử dụng rộng rãi cho điều khiển đảo chiều xilanh kép, động cơ.

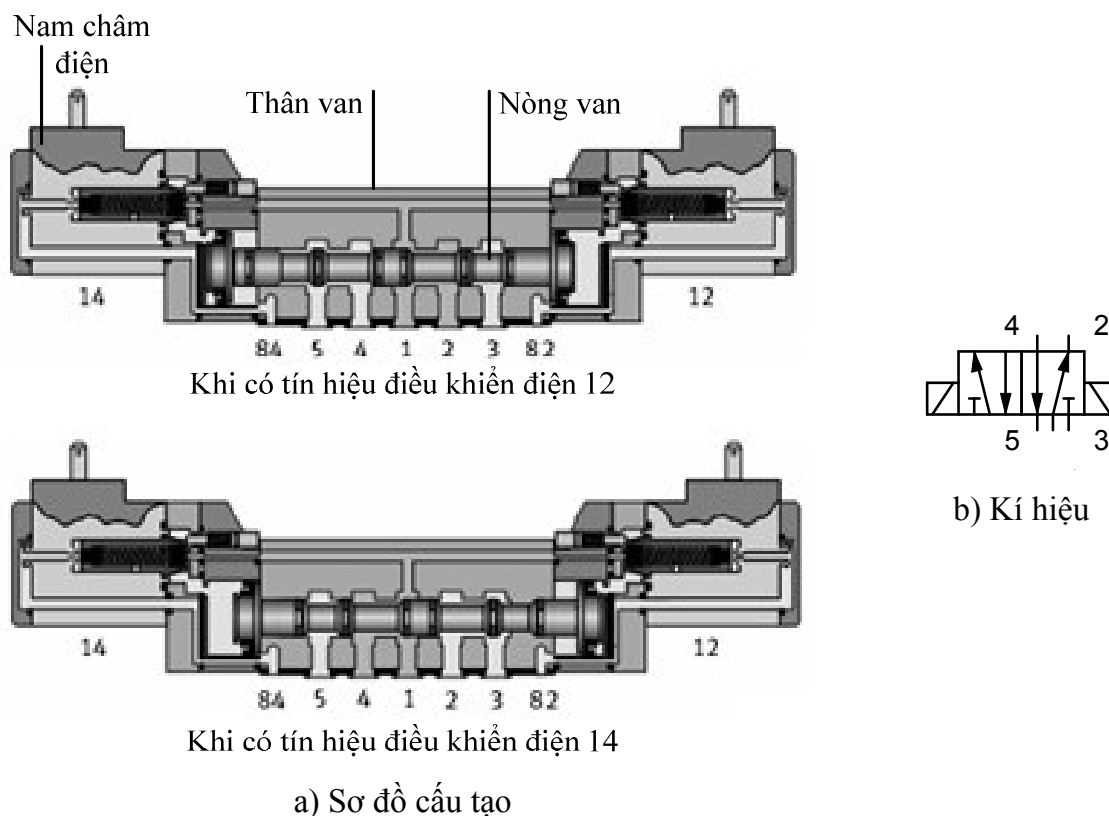
+ Hình 2.32 trình bày một van đảo chiều 5/2 điều khiển gián tiếp qua van phụ trợ bằng điện từ có trạng thái ổn định thiết lập bằng lò xo hồi với nguồn khí nén hỗ trợ lấy chung từ nguồn (1), trạng thái còn lại (1→4) được điều khiển bởi tín hiệu 14.



a) Sơ đồ cấu tạo

Hình 2.32 Van đảo chiều 5/2 điều khiển gián tiếp qua van phụ trợ bằng điện từ

+ Van đảo chiều 5/2 điều khiển trực tiếp hai phía bằng điện từ được trình bày trên hình 2.33.



Hình 2.33 Van đảo chiều 5/2 điều khiển trực tiếp hai phía bằng điện từ

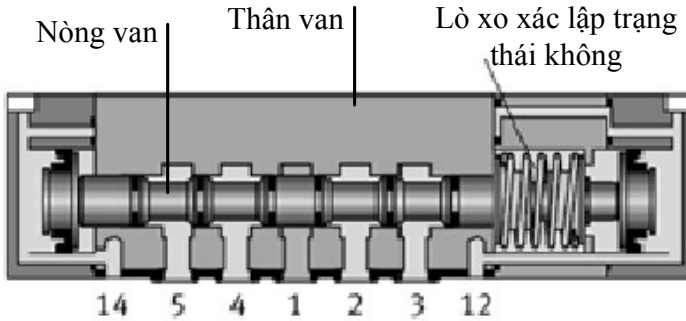
### 5) Van đảo chiều 5/3

Van 5/3 có 3 trạng thái, trong đó trạng thái trung gian (mid – position) là trạng thái ổn định và luôn được thiết lập bởi các lò xo hồi khí khi không có bất kỳ một tín hiệu điều khiển nào. Người ta thường gọi đó là trạng thái không. Hai trạng thái còn lại sẽ được thiết lập và cùng tồn tại bởi hai tín hiệu điều khiển tương ứng như đối với van 5/2 điều khiển một phía.

Ngoài chức năng đảo chiều cơ cấu chấp hành, các van 5/3 khác nhau bởi trạng thái không (trạng thái trung gian) và vì vậy được lựa chọn vì những mục đích sử dụng khác nhau:

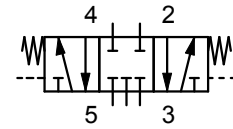
+ Van 5/3 trên hình 2.34a: trạng thái không của van thích hợp với yêu cầu hãm dừng cần piston của xilanh ở bất kỳ vị trí nào trên đoạn đường tác dụng của nó. Tuy nhiên, điểm dừng chính xác còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố, như tải trọng, áp suất, tính nén

được của khí nén...Gọi là van 5/3 có vị trí trung gian khóa.

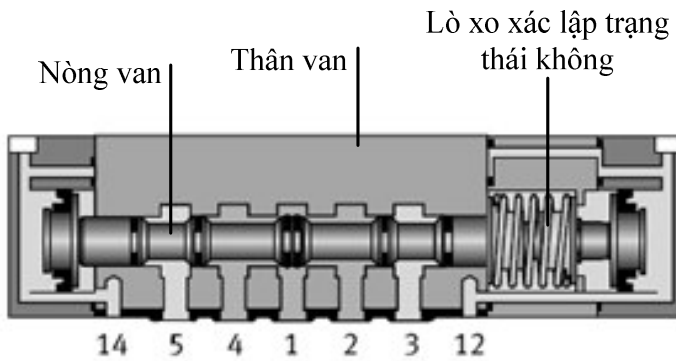


Sơ đồ cấu tạo

a) Sơ đồ cấu tạo và kí hiệu

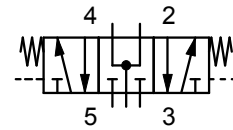


Kí hiệu

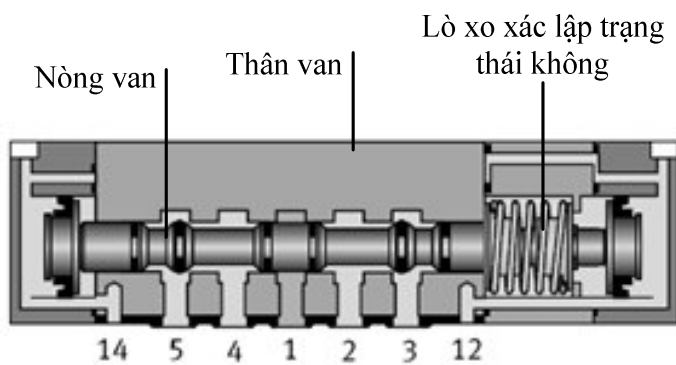


Sơ đồ cấu tạo

b) Sơ đồ cấu tạo và kí hiệu

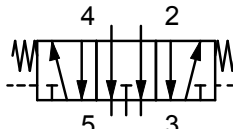


Kí hiệu



Sơ đồ cấu tạo

b) Sơ đồ cấu tạo và kí hiệu



Kí hiệu

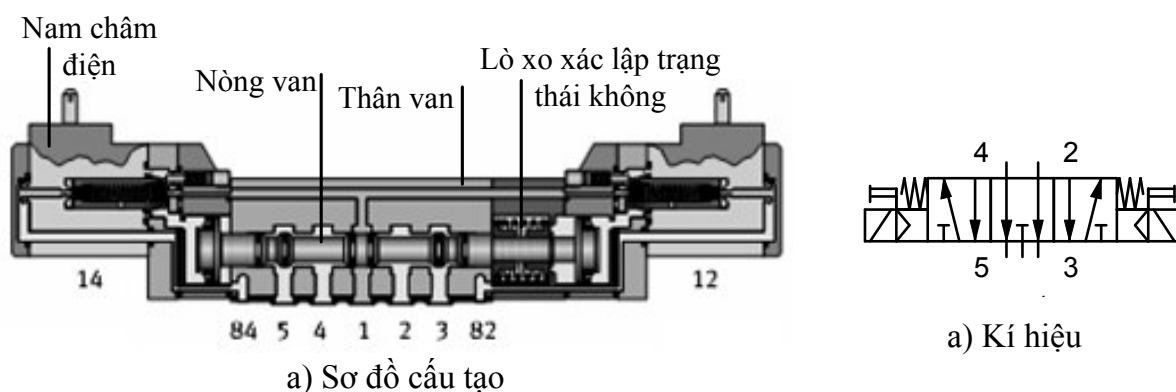
Hình 2.34 Một số van đảo chiều 5/3 điều khiển trực tiếp hai phía bằng khí nén (dầu)



+ Van 5/3 trên hình 2.34b: trạng thái không của van mở nguồn cho hai cửa ra cung cấp khí nén cho cả hai phía của piston, gọi là van 5/3 có vị trí trung gian áp lực. Nó thích hợp với yêu cầu duy trì chuyển động chậm của cần piston về phía có diện tích tác dụng nhỏ hơn.

+ Van 5/3 trên hình 2.34c: trạng thái không của van xả nguồn cho cả hai phía của piston của xilanh, gọi là van 5/3 có vị trí trung gian xả. Nó thích hợp với yêu cầu thả tự do cho cần piston và có thể di chuyển nó theo ý muốn bằng ngoại lực.

Van đảo chiều 5/3 điều khiển gián tiếp hai phía thông qua van phụ trợ bằng điện từ.

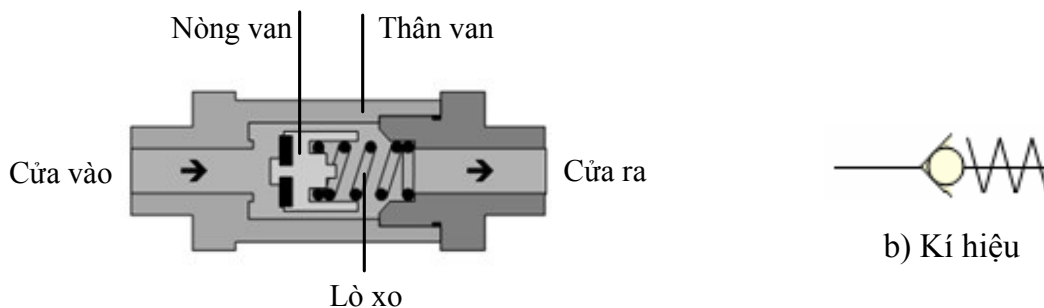


a) Sơ đồ cấu tạo  
 Hình 2.35 Van đảo chiều 5/3 điều khiển gián tiếp hai phía thông qua van phụ trợ bằng điện từ

## 2.4. Các van điều khiển, khống chế lưu lượng, áp suất

### 2.4.1 Van một chiều

1) Van một chiều chỉ cho dòng khí nén (dầu) chảy theo một hướng khi lực do khí nén gây ra lớn hơn lực lò xo (Hình 2.36).



a) Sơ đồ cấu tạo

Hình 2.36 Van một chiều

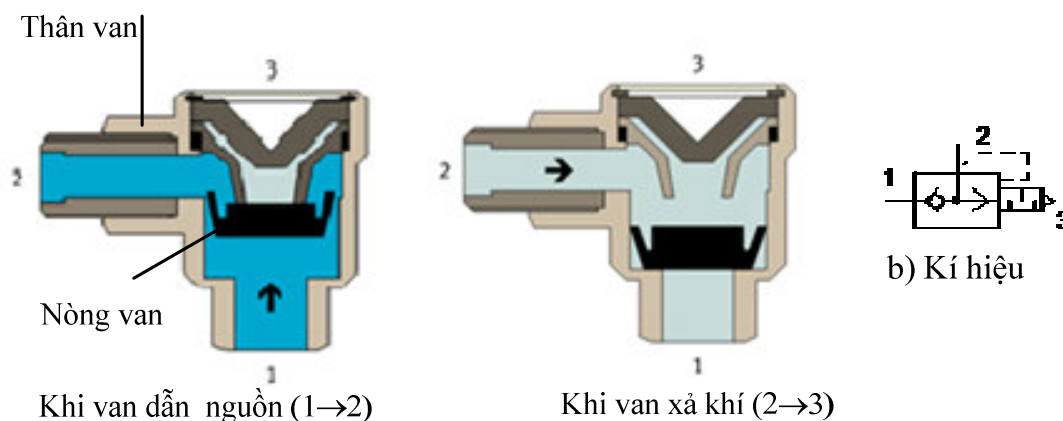
2.4.2. Van xả nhanh

Tốc độ của piston của xilanh có thể được tăng đến cực đại khi làm giảm thiểu sự cản trở dòng chảy của dòng khí xả. Khi có van xả nhanh, khí xả trong buồng xilanh không chảy qua van đảo chiều mà xả ra môi trường dễ dàng hơn qua van “xả nhanh”.

Nguyên lý làm việc của van xả nhanh được mô tả trên hình 2.37.

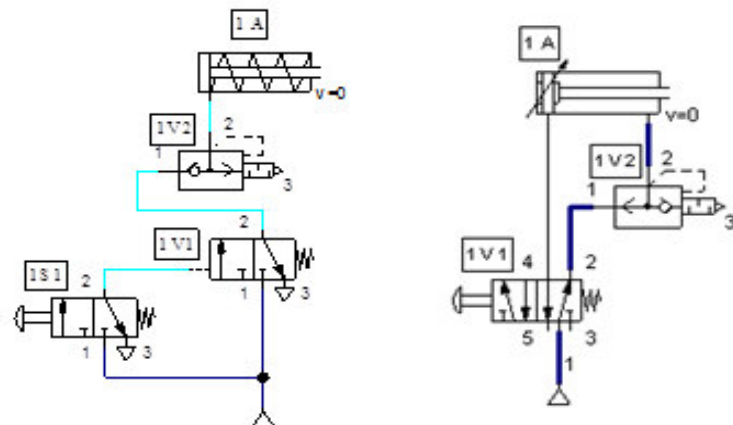
- Khi dẫn nguồn, áp suất  $P_1 > P_2$  nên cửa 3 bị đóng lại và khí nén cung cấp cho tải qua cửa 2.

- Khi áp suất  $P_1 < P_2$  van xả nhanh sẽ tự động đóng cửa 1 và mở cửa 3 tạo nên đường xả gần nhất và quá trình xả nhanh hơn (xem ví dụ ứng dụng hình 2.38).



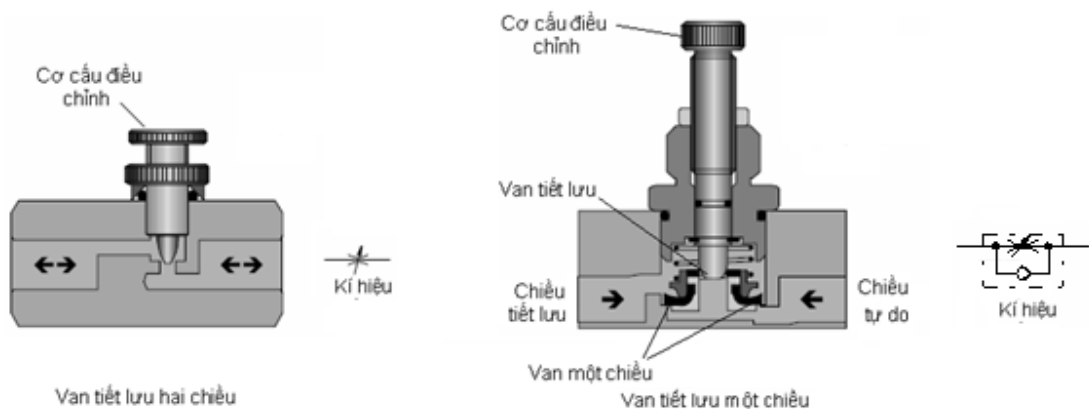
a) Sơ đồ cấu tạo

Hình 2.38 Van xả nhanh



Hình 2.39 Ứng dụng van xả nhanh

### 2.4.3. Van tiết lưu

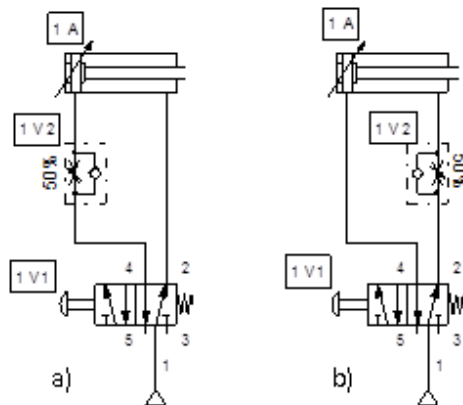


Hình 2.40 Van tiết lưu

Van tiết lưu được sử dụng với mục đích điều chỉnh tốc độ của cơ cấu chấp hành. Trong thực tế, thường có yêu cầu khác nhau về tốc độ đối với các hành trình của cơ cấu chấp hành nhằm đáp ứng yêu cầu công nghệ và năng suất.

Vì vậy van tiết lưu hai chiều ít được sử dụng độc lập mà thường được sử dụng kèm theo với van một chiều hoặc được chế tạo tích hợp trong cùng một vỏ để tạo thành van tiết lưu một chiều (hình 2.40).

Hai trường hợp ứng dụng van tiết lưu một chiều:



Hình 2.41 Ứng dụng van tiết lưu một chiều

a) Tiết lưu nguồn cung cấp (hình 2.41a), trường hợp này ít được áp dụng, vì tốc độ cơ cấu chấp hành kém ổn định hơn, phụ thuộc nhiều vào tải trọng.

b) Tiết lưu đường xả khí (hình 2.41b) được dùng phổ biến hơn, khắc phục được các nhược điểm trên.

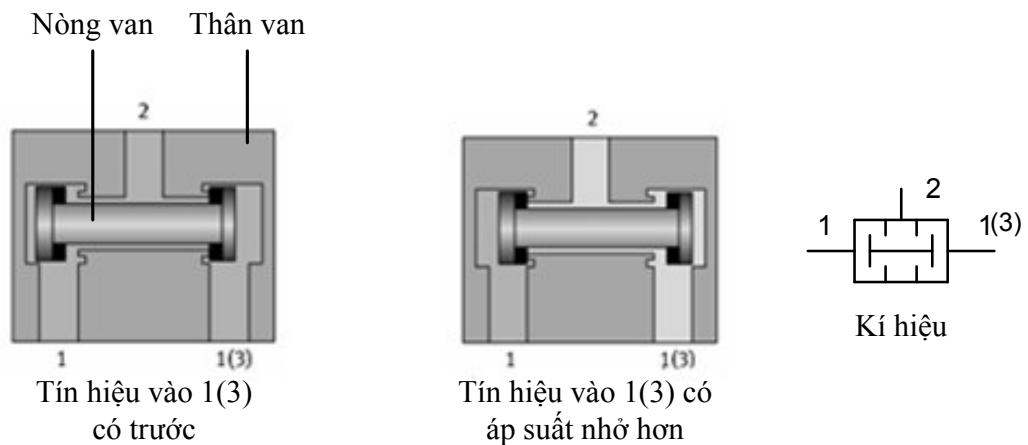
## 2.5. Các phân tử xử lý tín hiệu khí nén

### 2.5.1. Van logic AND

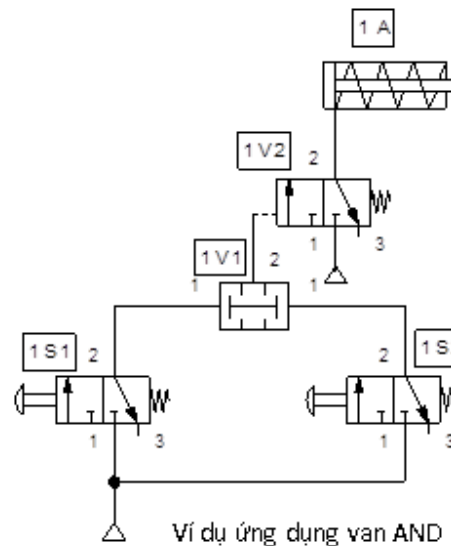
Van AND được sử dụng để thỏa mãn các điều kiện đòi hỏi đồng thời.

Các đặc điểm:

- Tín hiệu khí nén được đưa vào cửa (1) và (1(3)) để tạo tín hiệu ra (2);
- Khi không có các tín hiệu vào hoặc chỉ có một tín hiệu thì cửa ra (2) không có tín hiệu ra;
- Khi hai tín hiệu vào có cùng áp suất được đưa tới ở hai thời điểm khác nhau, tín hiệu ra sẽ là tín hiệu vào đến sau;
- Khi hai tín hiệu có áp suất khác nhau được đưa tới ở cùng thời điểm, tín hiệu ra là tín hiệu vào có áp suất nhỏ hơn.



Hình 2.42 Van logic AND



Hình 2.43 Ứng dụng van logic AND

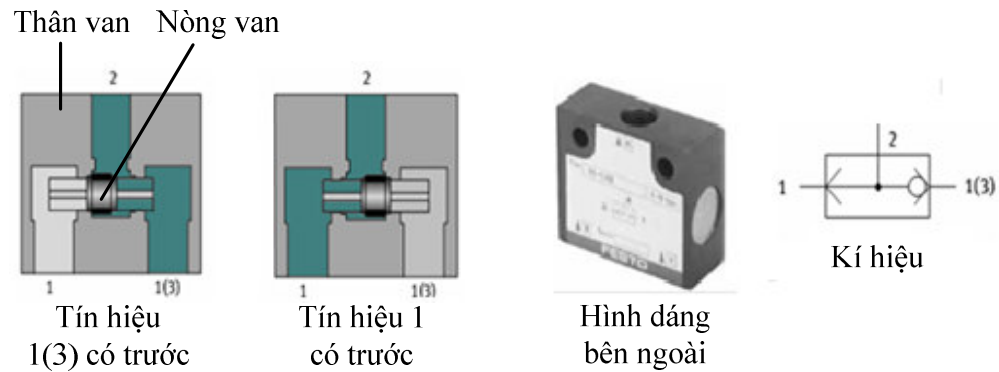
### 2.5.2. Van logic OR

Các đặc điểm:

- Cửa ra (2) sẽ có tín hiệu ra khi một trong hai cửa vào (1) hoặc (1(3)) có tín hiệu.

Không có các tín hiệu vào thì không có tín hiệu ra

- Nếu cùng một thời điểm có cả hai tín hiệu vào nhưng áp suất khác nhau, tín hiệu ra là tín hiệu có áp suất lớn hơn.

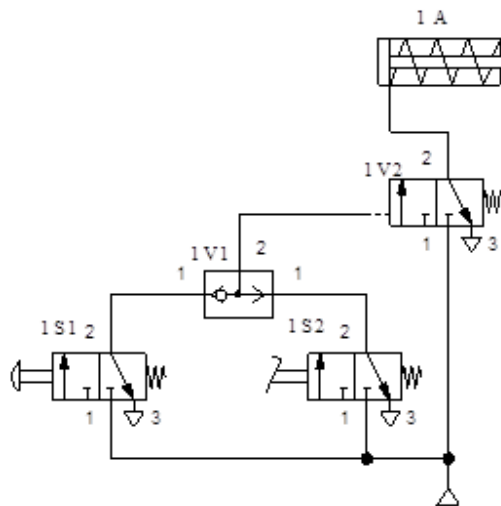


Hình 2.44 Van logic OR

Trong hệ thống khí nén, van OR được sử dụng với nhiều chức năng đặc biệt, ví dụ như:

- Với van OR, có thể thiết kế khả năng điều khiển ở nhiều vị trí khác nhau, với nhiều tác động điều khiển khác nhau;
- Trong điều khiển tuần tự, các cổng OR tham gia trong các module nhịp;

Hình 2.45 là sơ đồ mạch hệ thống khí nén ứng dụng van OR trong giải pháp có thể điều khiển Xilanh 1A ở hai khả năng: bằng nút ấn (1S1) hoặc bằng Pê đan (1S2).



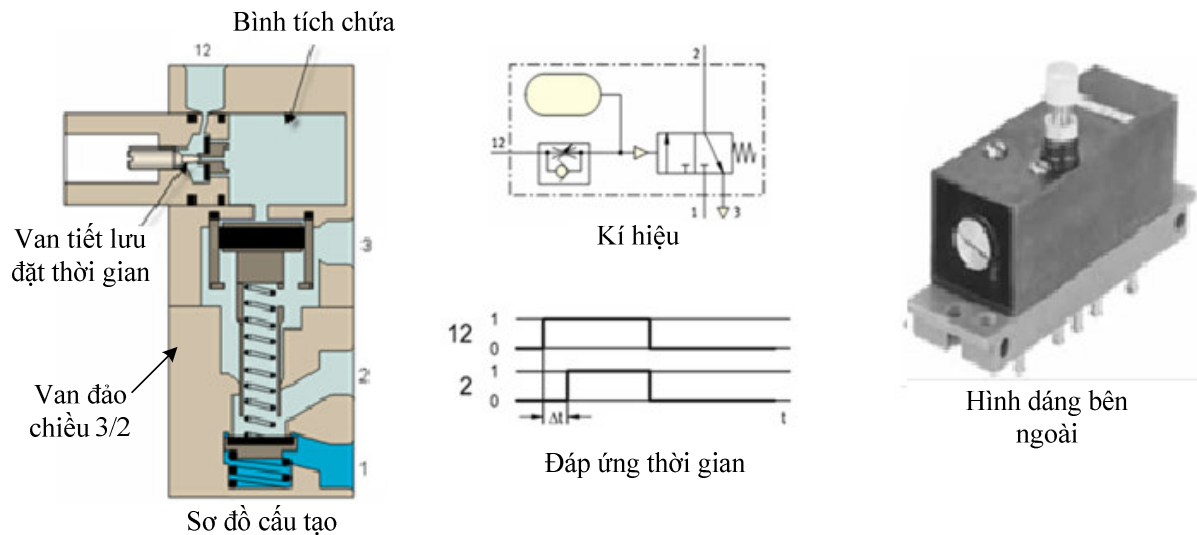
Hình 2.45 Ứng dụng van logic OR

### 2.5.1. Bộ định thời gian khí nén

Cấu tạo của một bộ định thời gian bao gồm:

Một van tiết lưu một chiều, một bình chứa khí nén và một van đảo chiều 3/2 điều khiển bằng khí nén.

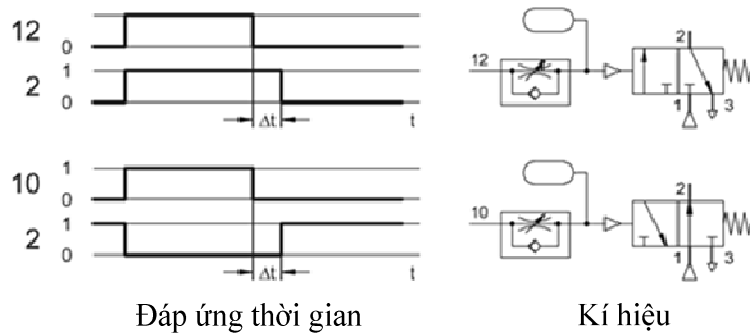
Hình 2.46 trình bày cấu tạo, đáp ứng thời gian, ký hiệu biểu diễn trên sơ đồ và kiểu dáng bên ngoài của một bộ định thời gian kiểu DELAY ON.



Hình 2.46 Đáp ứng thời gian và ký hiệu của DELAY ON

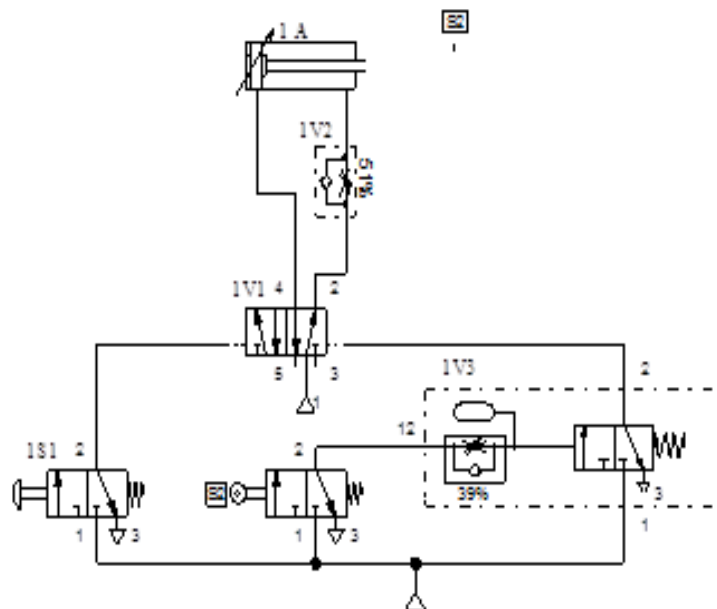
Nguyên lý làm việc như sau: Tại thời điểm  $t = 0$ , một tín hiệu khí nén có áp suất không đổi được đặt vào cửa (12) để khởi tạo bộ định thời. Khí nén qua khe hẹp của tiết lưu một chiều nạp vào bình trích chứa, điều chỉnh mức lưu lượng này chính là điều chỉnh thời gian trễ  $\Delta t$  cần thiết. Khi áp suất trong bình trích chứa đạt tới giá trị cần cho chuyển trạng thái của van 3/2, van sẽ mở cung cấp tín hiệu ra tại cửa (2). Trạng thái này sẽ bị xóa khi xả tín hiệu cửa (12), quá trình xóa diễn ra gần như tức thời: khí nén trong bình chứa xả nhanh qua cửa (12) (xả qua van một chiều) áp suất giảm nhanh, lò xo phục hồi của van đảo chiều 3/2 tác động khóa van.

Tiếp theo để có các bộ điều chế độ rộng xung, người ta đổi chiều van tiết lưu một chiều để tạo ra bộ định thời gian DELAY OFF như trình bày trên hình 2.47.



Hình 2.47 Đáp ứng thời gian và kí hiệu của DELAY OFF

Hình 2.48 trình bày một ví dụ ứng dụng DELAY ON (1V3). Cản piston của xilanh 1A cần phải lưu lại ở vị trí cuối cùng một thời gian (ví dụ 5s) sau đó tự động rút về. Tín hiệu điều khiển cung cấp cho DELAY ON được lấy từ công tắc hành trình S2 – xác định vị trí cuối cùng của piston. Van đảo chiều 1V2 là van xung nên tín hiệu điều khiển do DELAY ON cung cấp để điều khiển cho piston lùi về, khi cản piston rút khỏi S2 và DELAY ON trở lại trạng thái ban đầu.



Hình 2.48 Ứng dụng DELAY ON

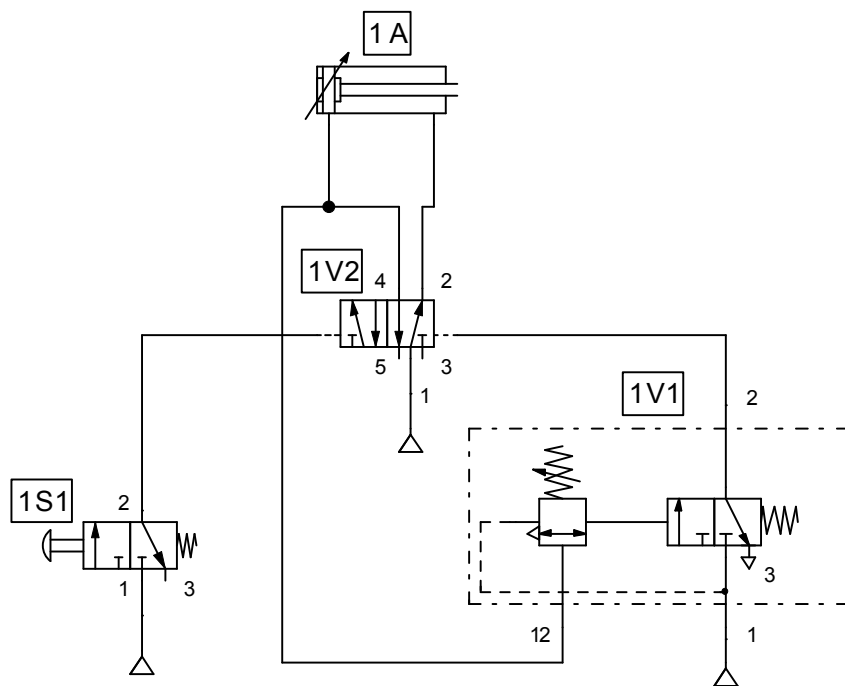


#### 2.5.4. Van tuần tự áp suất

Áp suất cần giám sát được đặt vào cửa (12), khi áp suất đó vượt quá giá trị đặt nào đó (phụ thuộc vào yêu cầu công nghệ, thường nhỏ hơn áp suất của nguồn), van đảo chiều 3/2 sẽ mở đưa khí nén ra cửa (2). Van đảo chiều 3/2 sẽ đóng trở lại khi áp suất ở cửa (12) nhỏ hơn giá trị đã đặt.



Hình 2.49 Van tuần tự áp suất



Hình 2.49 Ứng dụng van tuần tự áp suất

## 2.6. Van tuyến tính

### 2.6.1. Khái niệm

Trong các phần kiến thức trước, đã nghiên cứu và tìm hiểu về các phần tử của hệ thống khí nén – thủy lực ở các dạng đại lượng 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 tốc độ của piston, động cơ theo thời gian, đặc tính làm việc của tải trọng; hay thay đổi tải trọng của cơ cấu chấp hành ở bất kỳ thời điểm nào, thì vấn đề này sẽ không thể thực hiện được với những phần tử điều khiển, điều chỉnh ON/OFF và cũng không thể sử dụng các van tiết lưu để thay đổi lưu lượng bằng cơ học, như thế sẽ tốn rất nhiều thiết bị cho hệ thống điều khiển cũng như hệ thống động lực, mà phải sử dụng đến các phần tử có khả năng điều chỉnh vô cấp đó là các phần tử van tuyến tính.

Đối với những hệ thống khí nén – thủy lực khi yêu cầu đến sự thay đổi về áp suất và tốc độ của các cơ cấu chấp hành một cách chính xác và vô cấp người ta sẽ sử dụng đến các van servo tuyến tính. Ngoài ra còn có thể kết hợp với các bộ điều khiển tích hợp cao

như: bộ điều khiển PID, PLC... thì hệ thống điều khiển sẽ có tính ổn định và tính linh hoạt cao hơn.

### **2.6.2. Bản chất của van tuyến tính**

Sự khác nhau cơ bản của van tuyến tính so với van đóng mở ON/OFF ở chỗ là quá trình làm việc của nam châm điện và lưu lượng dòng chảy qua van.

Ở các van đóng mở ON/OFF thì tín hiệu tác động vào cuộn dây điện từ ở dạng bậc thang, còn van tuyến tính thì tín hiệu vào là dòng điện hay điện áp ở dạng tuyến tính, như vậy độ dịch chuyển của nòng van và lưu lượng dòng chảy qua van sẽ thay đổi tuyến tính.

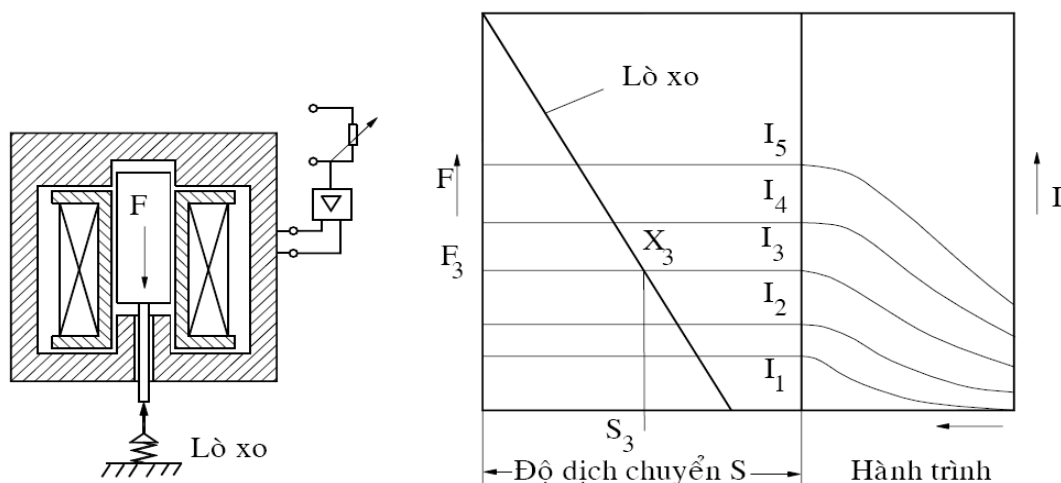
### **2.6.3. Đặc tính nam châm điện từ của van tuyến tính**

Hình 2.50 cho thấy, ứng với mỗi giá trị dòng điện I từ biến trở qua bộ khuếch đại vào nam châm điện từ, sẽ có một độ dịch chuyển của nòng van (s) tương ứng, khi lực điện từ F cân bằng với lực lò xo thì nòng van dừng dịch chuyển. Từ đó cho thấy, độ dịch chuyển (s) của nòng van tỉ lệ với giá trị dòng điện I chạy trong cuộn dây nam châm điện từ. Nếu dòng điện càng lớn thì độ dịch chuyển của nòng van (s) càng lớn và ngược lại.

Khi thay đổi độ lớn dòng điện I ở van tuyến tính thì nhiệt sinh ra trong cuộn dây điện từ không ảnh hưởng đến lực điện từ F. Nhưng khi thay đổi điện áp U, thì nhiệt sinh ra trong cuộn dây sẽ ảnh hưởng đến lực điện từ F.

Trong van tuyến tính, tùy thuộc vào độ lớn dịch chuyển của nòng van (s), có thể phân ra thành 2 nhóm:

- Nam châm điện từ điều khiển độ dịch chuyển: độ dịch chuyển của nòng van có giá trị khoảng  $1 \div 5$  mm.
- Nam châm điện từ điều khiển lực: độ dịch chuyển của nòng van có giá trị khoảng  $1 \div 5$  mm.



Hình 2.50 Nguyên lý làm việc và đặc tính của nam châm điện từ

#### 2.6.4. Van áp suất tuyến tính

##### 1) Công dụng

Điều chỉnh áp suất vô cấp khi dòng điện tác động được thay đổi tuyến tính.

##### 2) Phân loại

Van áp suất tuyến tính gồm 2 loại:

- \* Van tràn tuyến tính;
- \* Van giảm áp tuyến tính.

#### 2.6.5. Van đảo chiều tuyến tính

##### 1) Công dụng

Van đảo chiều tuyến tính dùng để thực hiện hai nhiệm vụ:

Thay đổi chiều chuyển động của cơ cấu chấp hành;

Thay đổi vô cấp vận tốc của cơ cấu chấp hành, thay đổi gia tốc trong quá trình khởi động và dừng lại.

##### 2) Phân loại

Van đảo chiều được phân thành 2 loại:

- \* Van đảo chiều không có phản hồi;
- \* Van đảo chiều có phản hồi.

## 2.7. Các phần tử đưa tín hiệu

### 2.7.1. Khái niệm chung

Trong các hệ thống điều khiển tự động nói chung, hệ thống khí nén nói riêng, các phần tử đưa tín hiệu được chia làm hai nhóm:

- Nhóm các phần tử giao tiếp người – hệ thống.

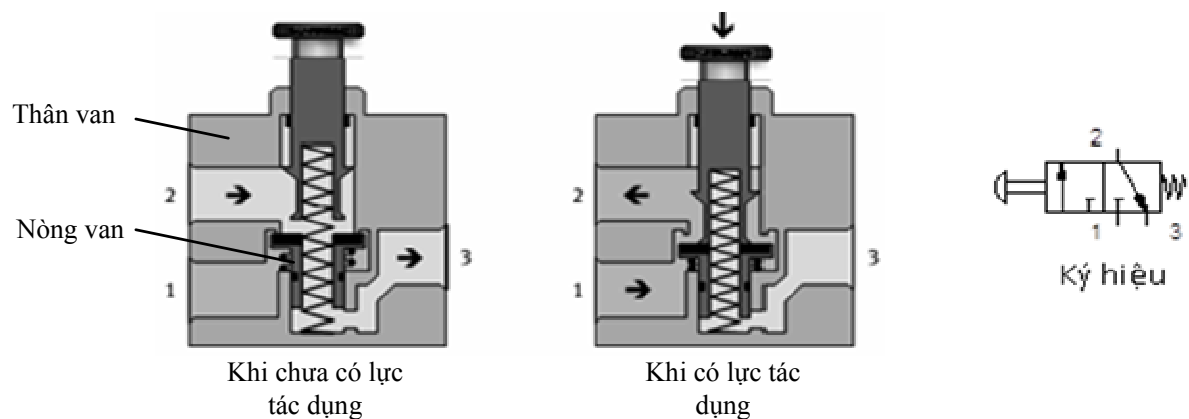
+ Trong hệ thống điều khiển hoàn toàn bằng khí nén, người ta thường sử dụng các phần tử (gọi chung là phần tử tác động bằng tay): dạng các nút ấn, núm xoay, Pedal... với các van đảo chiều 3/2 hoặc đảo chiều 5/2.

- Nhóm các phần tử giao tiếp trong hệ thống, gồm các phần tử thực hiện nhiệm vụ giám sát trạng thái của hệ thống, như các công tắc hành trình, cảm biến...

### 2.7.2. Nhóm phần tử giao tiếp người với hệ thống

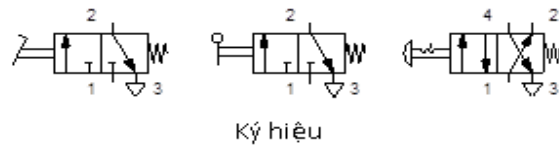
#### 1) Các phần tử đưa tín hiệu khí nén

Hình 2.51 mô tả cấu tạo, nguyên lý hoạt động và ký hiệu của một nút ấn thường đóng sử dụng van đảo chiều 3/2.



Hình 2.51 Nút nhấn thường đóng 3/2

Trong thực tế, người ta còn sử dụng các loại phần tử đưa tín hiệu khí nén khác, có thể thống kê thêm một số loại bằng ký hiệu của chúng như trên hình 2.52:



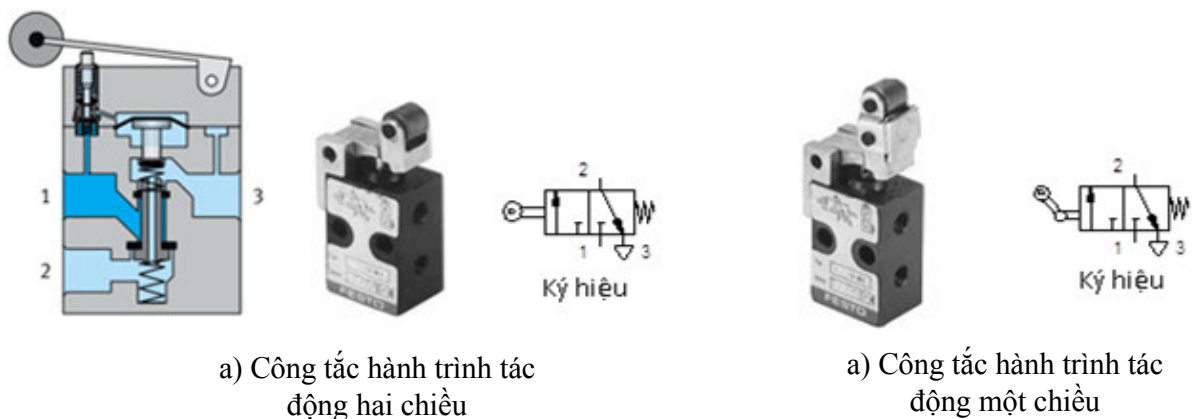
Hình 2.52 Các ký hiệu của một số nút nhấn

### 2.7.3. Nhóm phần tử giao tiếp trong hệ thống

#### 1) Các phần tử khí nén giao tiếp trong hệ thống

a) Các công tắc hành trình hay còn gọi là công tắc giới hạn tác động bằng cơ khí.

Hình 2.53 mô tả cấu tạo và nguyên lý hoạt động của một công tắc hành trình khí nén tác dụng bằng cơ khí, sử dụng van 3/2 thường đóng.

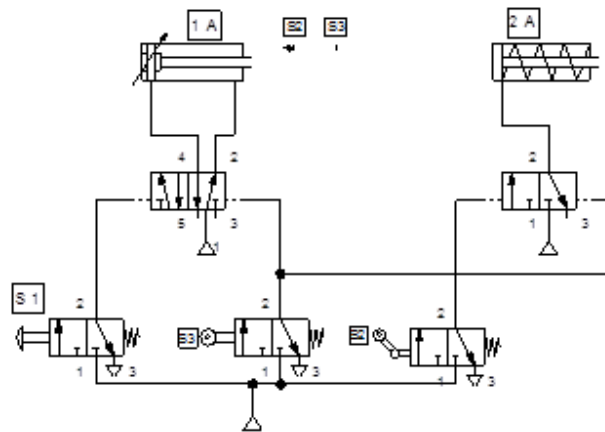


a) Công tắc hành trình tác động hai chiều

a) Công tắc hành trình tác động một chiều

Hình 2.53 Công tắc hành trình 3/2

Theo yêu cầu công nghệ điều khiển hệ thống bằng khí nén, người ta thường sử dụng hai loại công tắc hành trình, phân biệt theo chiều tác động: công tắc hành trình tác động cả hai chiều (hình 2.53a) và công tắc hành trình chỉ tác động một chiều hoặc từ trái sang phải hoặc từ phải sang trái (hình 2.53b).



Hình 2.54 Ứng dụng các công tắc hành trình 3/2

**Chương 3: CÔNG NGHỆ ĐIỀU KHIỂN BẰNG KHÍ NÉN**

Trong kỹ thuật điều khiển, các hoạt động của các cơ cấu trong hệ thống điều khiển tự động đều xuất phát từ các phương trình chuyển động được xây dựng trên nguyên lý làm việc của hệ thống. Các phương trình này là hàm tích hợp những giá trị của tín hiệu vào – ra và được viết dưới dạng các biến số của đại số Bool. Quá trình định nghĩa tín hiệu vào – ra đầy đủ, tuân thủ nguyên lý hoạt động của hệ thống để xây dựng được các hàm tối ưu, để giảm thiểu được tối đa các phần tử logic trong thiết kế là một nhiệm vụ quan trọng trong kỹ thuật điều khiển. Tùy theo mức độ đơn giản hay phức tạp của hoạt động hệ thống ta có thể có ít hay nhiều phương trình điều khiển.

**3.1. Lý thuyết đại số Bool**

**3.1.1. Các phép biến đổi hàm một biến**

Bảng 3.1 Các phép biến đổi hàm một biến

Phương trình	Mạch điện	Mạch logic
$A \wedge 0 = 0$		
$A \wedge 1 = A$		
$A \wedge A = A$		
$A \wedge \bar{A} = 0$		
$\bar{\bar{A}} = A$		
$A \vee 0 = A$		
$A \vee 1 = 1$		
$A \vee A = A$		
$A \vee \bar{A} = 1$		



### 3.1.2. Các luật cơ bản của đại số Bool

#### 1) Luật hoán vị

Bảng 3.2 Luật hoán vị

Phương trình	Mạch điện	Mạch logic
$A \wedge B = B \wedge A$		
$A \vee B = B \vee A$		

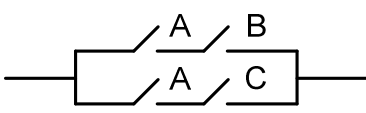
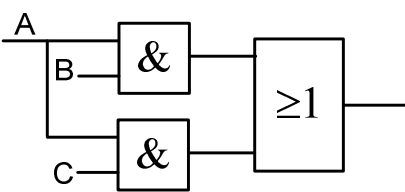
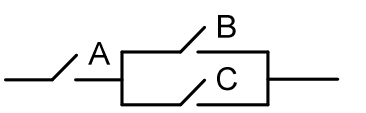
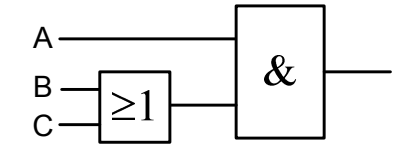
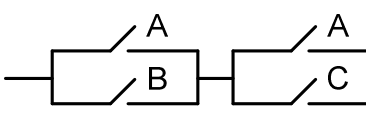
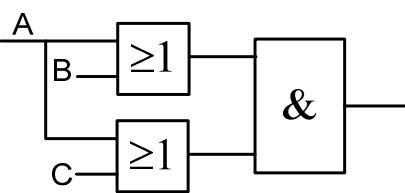
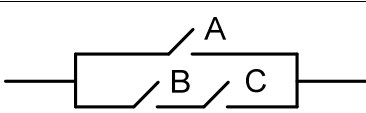
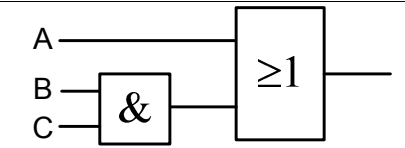
#### 2) Luật kết hợp

Bảng 3.2 Luật kết hợp

Phương trình	Mạch điện	Mạch logic
$(A \wedge B) \wedge C = A \wedge (B \wedge C)$		
$(A \vee B) \vee C = A \vee (B \vee C)$		

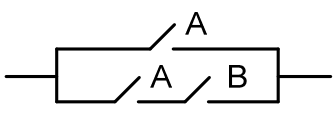
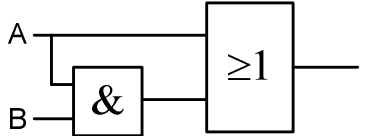
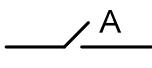
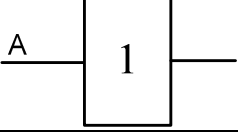
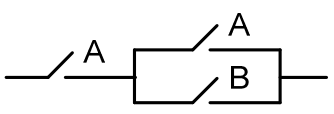
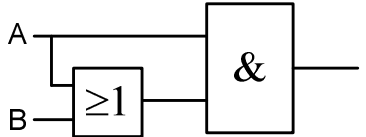
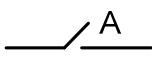
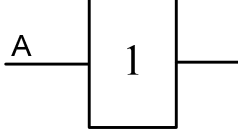
### 3) Luật phân phối

Bảng 3.3 Luật phân phối

Phương trình	Mạch điện	Mạch logic
$(A \wedge B) \vee (A \wedge C)$ $= A \wedge (B \vee C)$		
		
$(A \vee B) \wedge (A \vee C)$ $= A \vee (B \wedge C)$		
		

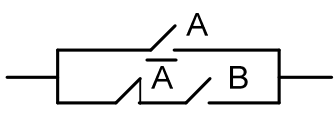
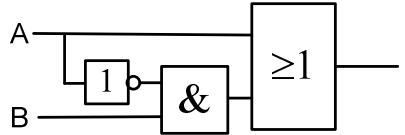
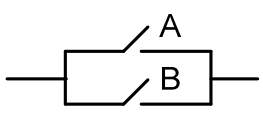
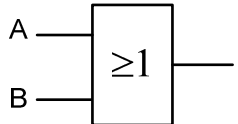
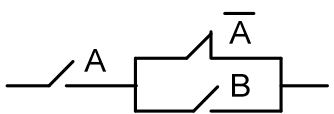
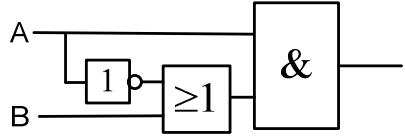
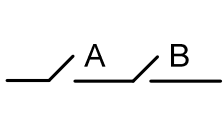
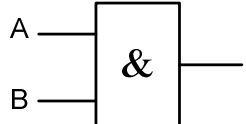
### 4) Luật hấp thụ

Bảng 3.4 Luật hấp thụ

Phương trình	Mạch điện	Mạch logic
$A \vee (A \wedge B) = A$		
		
$A \wedge (A \vee B) = A$		
		

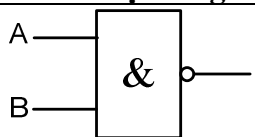
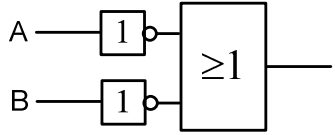
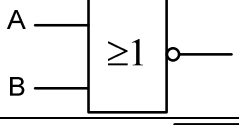
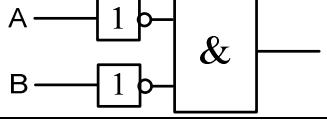
### 5. Luật bù

Bảng 3.4 Luật bù

Phương trình	Mạch điện	Mạch logic
$A \vee (\bar{A} \wedge B) = A \vee B$		
		
$A \wedge (\bar{A} \vee B) = A \wedge B$		
		

### 6) Luật De Morgan

Bảng 3.5 Luật De Morgan

Phương trình	Mạch logic
$\overline{A \wedge B} = \bar{A} \vee \bar{B}$	
	
$\overline{A \vee B} = \bar{A} \wedge \bar{B}$	
	

Ví dụ 1: Tối ưu hóa phương trình sau:

$$y = (A \wedge \bar{B} \wedge D) \vee (A \wedge \bar{B} \wedge \bar{D})$$

Giải:

Phương trình trên có chung tham số  $A \wedge \bar{B}$ . Theo luật phân phối có thể viết lại phương trình trên như sau:

$$y = (A \wedge \bar{B}) \vee (D \wedge \bar{D})$$

Theo phép biến đổi hàm 1 biến có:

$$(D \wedge \bar{D}) = 1$$

Do đó:

$$y = (A \wedge \bar{B}) \wedge 1 = (A \wedge \bar{B})$$

Ví dụ 2: Tối ưu hóa phương trình sau:

$$y = (\bar{A} \vee B) \wedge (A \wedge B)$$

Giải:

Theo luật phân phối có thể viết lại phương trình trên như sau:

$$y = (\bar{A} \wedge A) \vee (\bar{A} \wedge B) \vee (B \wedge A) \vee (B \wedge B)$$

Theo phép biến đổi hàm 1 biến có:

$$\bar{A} \wedge A = 0; B \wedge B = B$$

Suy ra:

$$y = 0 \vee (\bar{A} \wedge B) \vee (B \wedge A) \vee B$$

$$y = (\bar{A} \wedge B) \vee (B \wedge A) \vee B$$

Ví dụ 3: Tối ưu hóa phương trình sau:

$$y = \overline{(\bar{A} \vee C) \wedge (B \vee \bar{D})}$$

Giải:

Theo luật De Morgan có thể viết lại phương trình như sau:

$$y = (\overline{A \vee C}) \vee (\overline{B \vee D}) = (\overline{A} \vee \overline{C}) \vee (\overline{B} \vee \overline{D})$$

Theo phép biến đổi hàm 1 biến thì:

$$\overline{\overline{A}} = A; \overline{\overline{D}} = D$$

$$\text{Do đó: } y = (A \wedge \overline{C}) \vee (\overline{B} \wedge D)$$

### 3.2. Phương pháp mô tả bài toán điều khiển, nguyên tắc biểu diễn sơ đồ hệ thống

Trong lĩnh vực thiết kế hệ thống điều khiển nói chung và trong lĩnh vực thiết kế hệ thống khí nén - thủy lực nói riêng, mô tả bài toán điều khiển là việc xác định rõ đối tượng điều khiển, nhiệm vụ điều khiển, các thông số cần điều khiển, các điều kiện ràng buộc...

Để mô tả bài toán điều khiển, người ta thường dùng những thuật ngữ, những ký hiệu, quy ước thể hiện dưới dạng sơ đồ khối, sơ đồ, lưu đồ thuật toán, lưu đồ tiến trình... Trong kỹ thuật điều khiển hệ thống khí nén - thủy lực, việc mô tả bài toán điều khiển thường dùng biểu đồ hành trình bước, sơ đồ chức năng hay lưu đồ tiến trình.

Tùy theo yêu cầu mô tả bài toán điều khiển, người ta có thể sử dụng các dạng biểu đồ sau:

#### 1) Sơ đồ hành trình bước

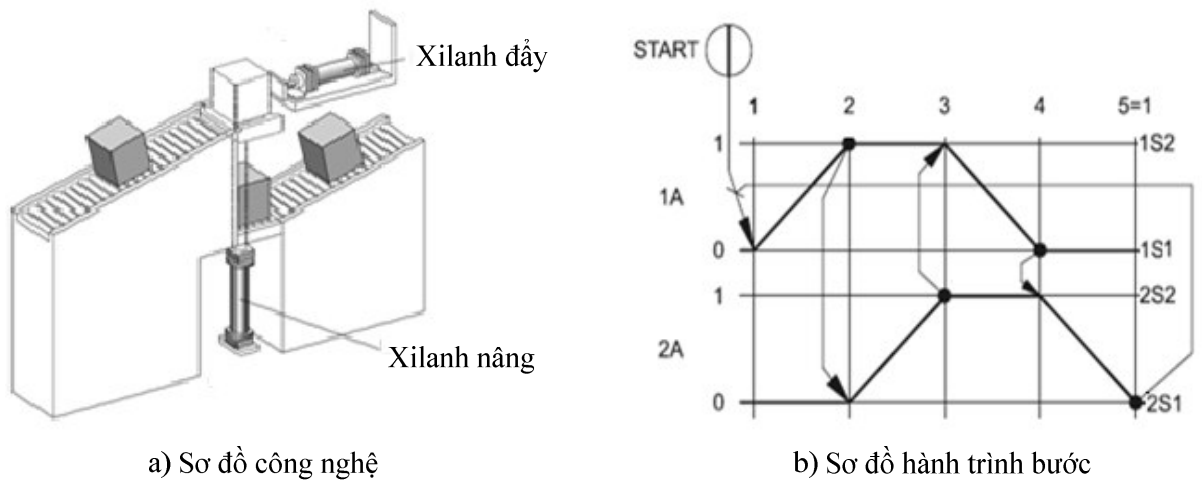
Sơ đồ hành trình bước biểu diễn các trạng thái hoạt động của các cơ cấu chấp hành, mối liên hệ giữa các phần tử...Do đó nó được xem như là cơ sở thể hiện nguyên lý hoạt động của một hệ thống.

- Trục tung của biểu đồ hành trình bước biểu diễn trạng thái (hành trình chuyển động, góc quay,...).

- Trục hoành của sơ đồ hành trình bước biểu diễn các bước thực hiện hoặc là thời gian hành trình. Hành trình làm việc được chia thành nhiều bước. Sự thay đổi trạng thái các bước được biểu diễn bằng đường nét đậm. Sự liên kết giữa các tín hiệu được thể hiện bằng nét nhỏ và chiều tác động được biểu diễn bằng mũi tên.

Trên hình 3.1 biểu diễn sơ đồ công nghệ một khâu vận chuyển sản phẩm và sơ đồ chuyển động của cơ cấu chấp hành. Biểu đồ này chỉ mang thông tin về hành trình bước

của các xilanh.



Hình 3.1 Sơ đồ công nghệ một khâu vận chuyển sản phẩm và sơ đồ hành trình bước của các cơ cấu chấp hành

Biểu đồ hành trình bước còn được mô tả ngắn gọn bằng dãy ký hiệu:

$$1A(0 \rightarrow 1) \quad 2A(0 \rightarrow 1) \quad 1A(1 \rightarrow 0) \quad 2A(1 \rightarrow 0)$$

Đọc theo thứ tự từ trái qua phải là:

Bước 1 piston 1A đi lên (đường trạng thái đi từ 0→1);

Bước 2 piston 2A đi ra (đường trạng thái đi từ 0→1);

Bước 3 piston 1A đi xuống (đường trạng thái đi từ 1→0);

Bước 4 piston 2A đi về (đường trạng thái đi từ 1→0).

Trong hình 3.1: 1A, 2A là các xilanh; 1S1, 1S2, 2S1, 2S2 là các phần tử đưa tín hiệu (nút nhấn khởi động, công tác hành trình hay là các cảm biến, ...)

Lưu ý: Đối với cơ cấu chấp hành là động cơ (khí nén hay thủy lực), thì trạng thái hoạt động của động cũng có thể được biểu diễn như sau:

Đọc theo thứ tự từ trái qua phải là:

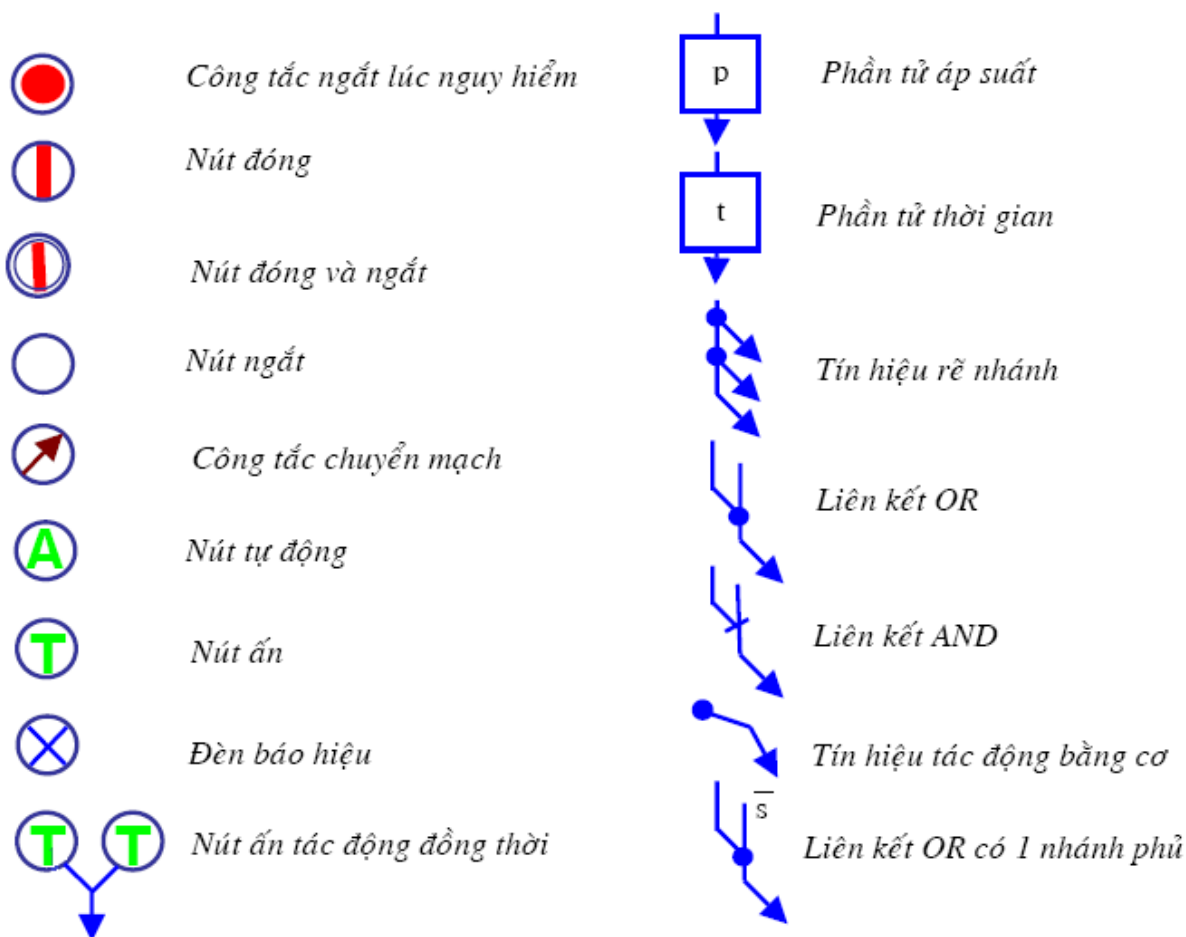
Khi động cơ quay thuận được biểu diễn bằng đường trạng thái đi từ 0→1;

Khi động cơ quay ngược được biểu diễn bằng đường trạng thái đi từ 1→0;

Tập đoàn FESTO hỗ trợ vẽ các biểu đồ cũng như mạch hệ thống khí nén bằng phần

mềm FluidsimDRAW4.

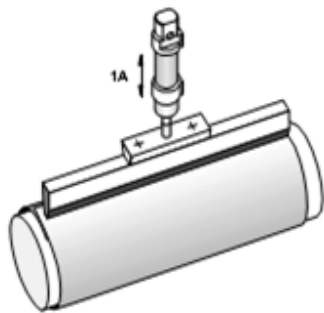
\* Một số ký hiệu chức năng các phần tử điều khiển (Theo tiêu chuẩn VDI 3260-CHLB Đức):



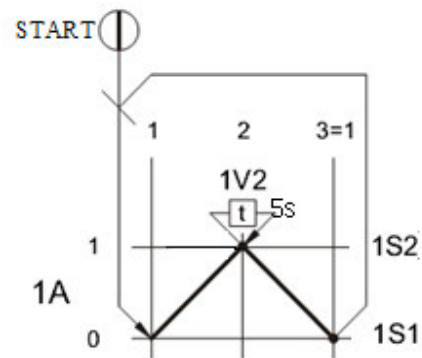
Hình 3.2 Các kí hiệu biểu diễn trên biểu đồ hành trình bước

Ví dụ 1: Thiết bị ép dán Plastic, công nghệ (Hình 3.3a) và sơ đồ hành trình bước (hình 3.4b).

- Bàn ép được truyền động lên xuống bằng xilanh 1A;
- Thời gian ép được đặt theo yêu cầu (5s) và được tính từ thời điểm bàn ép tác động lên công tắc hành trình (1S2).
- Chu trình mới được bắt đầu bằng việc nhấn nút ấn (1S3) và kèm theo điều kiện bàn ép đã rút về vị trí cuối cùng (1S1 được tác động).



a) Sơ công nghệ thiết bị ép Plastic

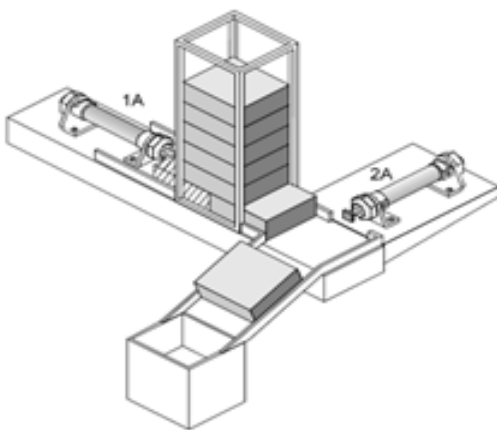


b) Biểu đồ hành trình bước

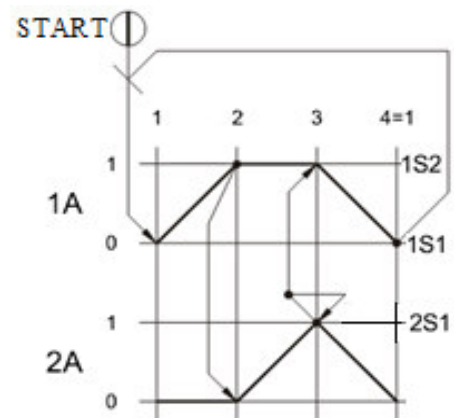
Hình 3.4 Thiết bị ép dán Plastic

Ví dụ 2: Khâu đóng gói sản phẩm (Hình 3.5)

Từ sơ đồ mô tả công nghệ của khâu đóng gói sản phẩm (Hình 3.5a), có thể thiết lập được biểu đồ hành trình bước cho các Xilanh 1A, 2A như hình 3.5b.



a) Mô tả công nghệ khâu đóng gói sản phẩm



b) Sơ đồ hành trình bước

Hình 3.5 Khâu đóng gói sản phẩm



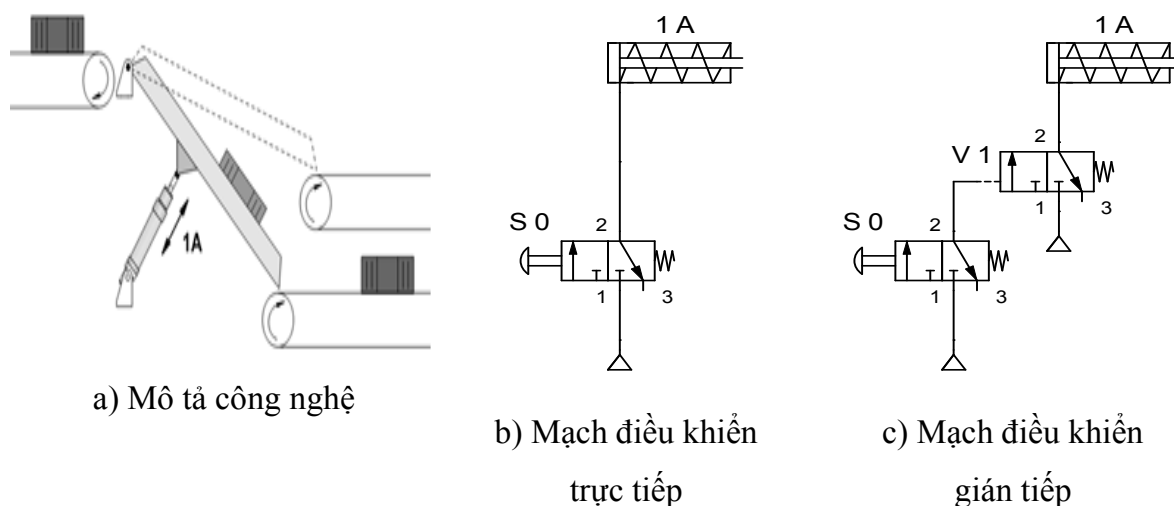
### 3.3. Phân loại các phương pháp điều khiển

#### 3.2.1. Điều khiển trực tiếp, gián tiếp

Điều khiển trực tiếp, gián tiếp là điều khiển thường các tác động được thực hiện trực tiếp bằng tay hay bằng chân. Trong điều khiển khí nén – thủy lực tùy thuộc tín hiệu đầu vào là các van tác động bằng tay (hoặc bằng chân), chúng trực tiếp kích hoạt (gọi là điều khiển trực tiếp) hoặc gián tiếp kích hoạt thông qua các van trung gian (gọi là điều khiển gián tiếp) các piston dịch chuyển ra hoặc trở về vị trí ban đầu theo mong muốn.

Điều khiển trực tiếp, gián tiếp đòi hỏi phải có vận hành của con người mới trở nên hiệu lực. Điều khiển trực tiếp, gián tiếp thích hợp ở bất cứ nơi nào mà không cần quan tâm đến chu trình làm việc tự động của hệ thống. Hay nói một cách khác, đây là một loại điều khiển phù hợp đối với những hệ thống hoạt động đơn giản, ví dụ như hệ thống kẹp chặt, nâng chuyển, định vị, ...

Ví dụ: Một khâu của thiết bị phân loại và vận chuyển sản phẩm (hình 3.6), mạch điều khiển trực tiếp, gián tiếp được thiết kế như hình 3.6b,c.



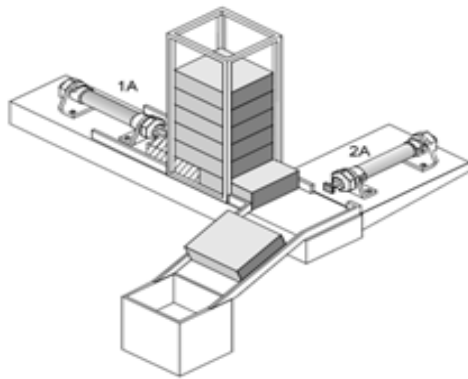
Hình 3.6 Khâu của thiết bị phân loại và vận chuyển sản phẩm

### 3.3.2. Điều khiển tuần tự theo hành trình

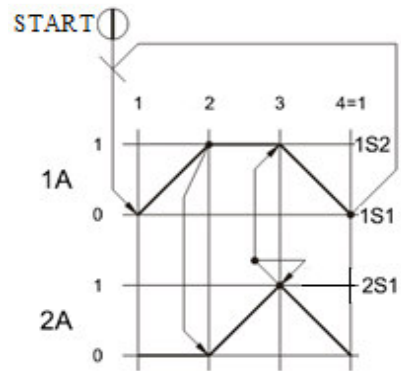
Trong một hệ thống điều khiển tuần tự theo hành trình, hoạt động của các phần tử đưa tín hiệu để khởi động các cơ cấu chuyển hướng hay vận hành các vòng lặp điều khiển được thực hiện bởi chính các các cơ cấu chấp hành.

Các tín hiệu hành trình được thực kích hoạt trực tiếp từ cần piston ở cuối mỗi hành trình. Tuy nhiên để thực hiện những nhiệm vụ hoặc những yêu cầu nào đó, thì có thể bố trí các tín hiệu hành trình ở những vị trí bất kỳ trên khoảng chạy của Piston.

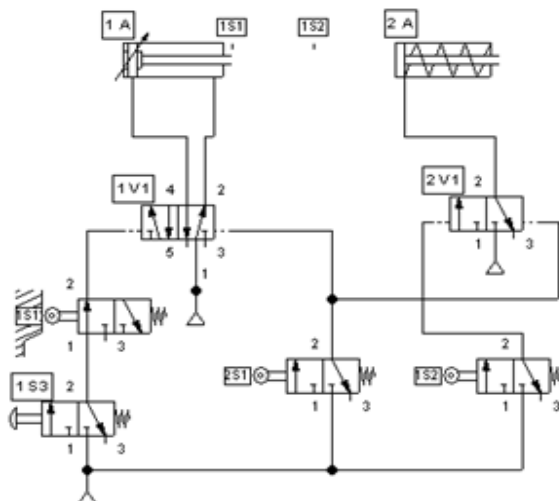
Ví dụ Hình 3.7 biểu diễn công nghệ, sơ đồ hành trình bước và mạch điều khiển tuần tự theo hành trình của một khâu đóng gói sản phẩm:



a) Mô tả công nghệ khâu đóng gói sản phẩm



b) Sơ đồ hành trình bước



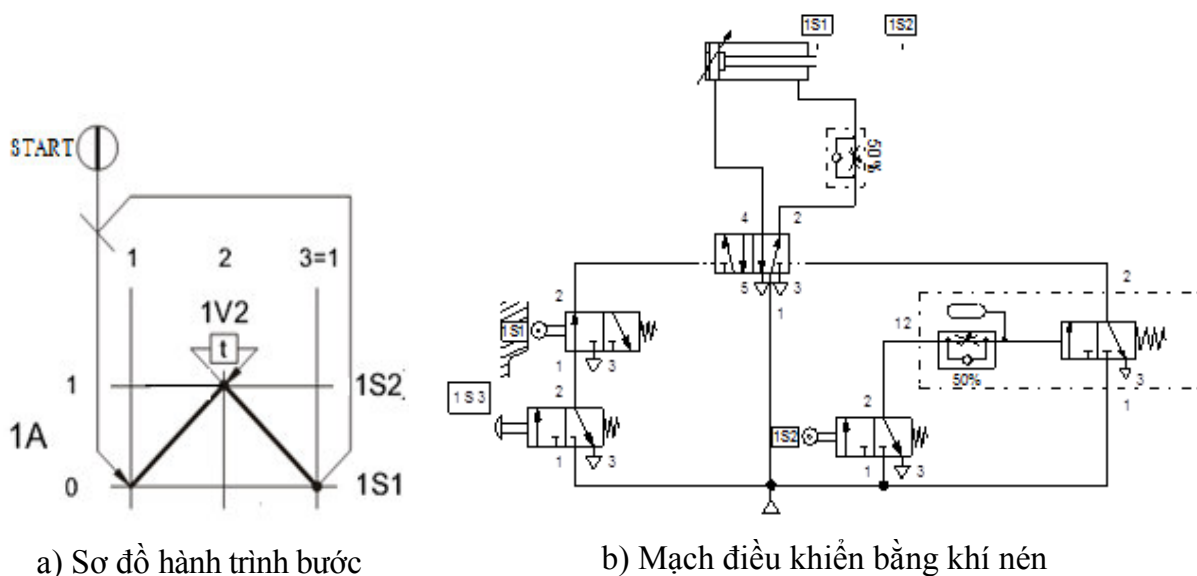
c) Mạch điều khiển theo hành trình

Hình 3.7 Khâu đóng gói sản phẩm

### 3.3.3. Điều khiển tuần tự theo thời gian

Điều khiển theo thời gian là trạng thái điều khiển của hệ thống tác động chỉ phụ thuộc vào đại lượng thời gian của các phần tử định thời gian. Các phần tử định thời gian có thể là khí nén hoặc điện.

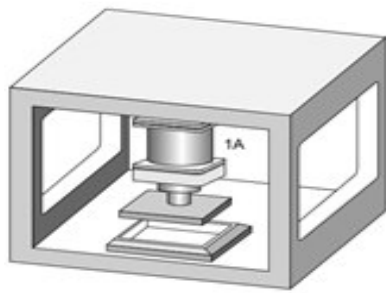
Ví dụ: Điều khiển một Xilanh có yêu cầu được cho bởi sơ đồ hành trình bước trên hình 3.8.



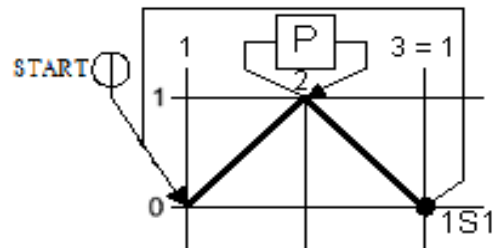
Hình 3.8 Điều khiển tuần tự theo thời gian

### 3.3.4. Điều khiển tuần tự theo áp suất

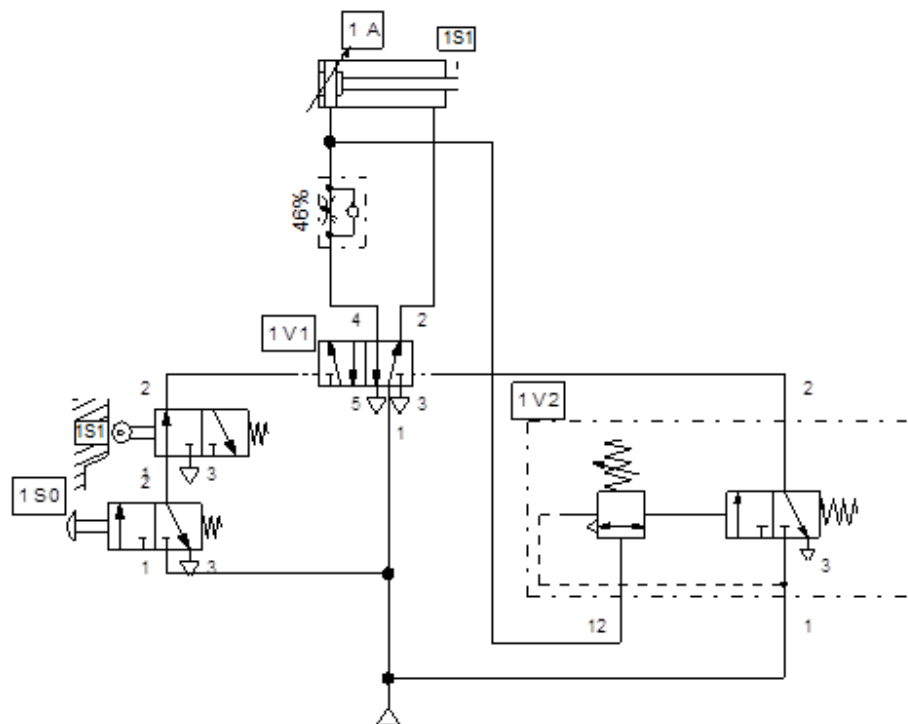
Điều khiển tuần tự theo áp suất là sử dụng tín hiệu giám sát áp suất (thực tế có thể là lực kẹp, lực đẩy, kéo...) để điều khiển những bước tiếp theo, trong hệ thống này thường sử dụng van tuần tự áp suất. Hình 3.9 trình bày biểu đồ hành trình bước điều khiển một xilanh theo tuần tự áp suất.



a) Mô tả công nghệ



b) Sơ đồ hành trình bước



c) Mạch điều khiển bằng khí nén

Hình 3.9 Điều khiển tuần tự theo áp suất

### 3.3.5. Điều khiển theo cấu trúc tầng

Các phương pháp điều khiển đã trình bày ở trên chỉ có thể áp dụng đối với những bài toán đơn giản với những yêu cầu công nghệ không cao. Đứng trước một vấn đề thực tế đặt ra, yêu cầu tự động của một thiết bị dây chuyền, việc thiết kế ra một mạch điều khiển thích hợp và kinh tế là hết sức quan trọng.

Xây dựng cấu trúc điều khiển theo tầng thực chất là phân chia chu trình điều khiển gồm nhiều bước thành các tầng riêng rẽ (bao gồm một hay một số bước), như vậy có thể

làm minh bạch hệ thống điều khiển, khắc phục hiện tượng trùng tín hiệu trong điều khiển.

Trong phần này sẽ đưa ra phương pháp giúp các đọc giả có thể thiết kế được các mạch điều khiển theo yêu cầu công nghệ.

Chia tầng là bước quan trọng, nó quyết định số phần tử của mạch hệ thống sẽ được thiết kế.

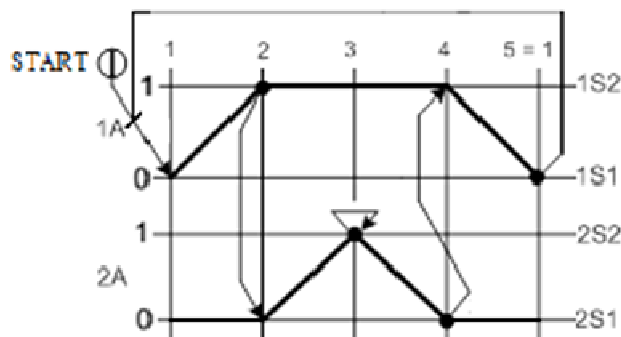
### 1. Phương pháp chia tầng:

**Bước 1:** Vẽ sơ đồ hành trình bước:

Trong phần trước ta đã biết về sơ đồ hành trình bước. Ở đây xuất phát từ yêu cầu cụ thể, công nghệ của từng máy, thiết bị tự động, kể cả khi thiết tự động vẫn còn là ý tưởng hay là trong bản mô tả nguyên lý hoạt động của máy cần vẽ ra sơ đồ hành trình bước. Việc vẽ ra sơ đồ hành trình bước trong mọi trường hợp khi đã có ý tưởng thì chắc chắn sẽ vẽ được, việc vẽ sơ đồ hành trình bước theo yêu cầu đề ra thực chất chỉ mang tính khái quát hóa yêu cầu thực tế.

Ví dụ: Một máy đập tự động có yêu cầu như sau:

Một cơ cấu kẹp chặt thực hiện công việc kẹp chặt phôi trong khi máy đập làm việc và sẽ nhả ra khi máy đã hoàn tất một chi tiết đập. Trong cơ cấu có sử dụng hai Xilanh 1A và 2A, Xilanh 1A sẽ thực hiện việc kẹp giữ phôi và xilanh 2A thực hiện việc gia công đập. Khi ấn nút khởi động (START) Xilanh 1A đi ra kẹp phôi sau đó Xilanh 2A đi xuống đập chi tiết và sẽ rút lên sau đó Xilanh 1A rút về, kết thúc một chu trình gia công. Sơ đồ hành trình bước được vẽ như hình vẽ 3.10.



Hình 3.10 Sơ đồ hành trình bước của một máy đập tự động

Ở các vị trí 0 và 1 của mỗi Xilanh 1A và 2A ta đặt các phần tử 1S1, 1S2, 2S1, 2S2 là các phần tử để cấp tín hiệu vào (công tắc hành trình, sensor, ...). Như vậy 1S1, 1S2, 2S1, 2S2 thuộc các nhóm phần tử đưa tín hiệu vào.

**Bước 2:** Xác định hệ điều kiện:

Hệ điều kiện là tổ hợp giá trị logic của các phần tử đưa tín hiệu vào. Ta quy ước giá trị logic của mỗi phần tử đưa tín hiệu vào như sau:

Khi một phần tử nhận được tín hiệu từ cuối hành trình của xilanh (đối với công tắc hành trình là sự tác động bằng cơ học lên công tắc) thì ở vị trí đó được ghi giá trị logic là 1 cho phần tử này trong bảng hệ điều kiện, ngược lại khi không nhận tín hiệu (không bị tác động) thì ở vị trí đó được ghi giá trị logic là 0 cho phần tử này trong bảng hệ điều kiện. Bảng hệ điều kiện được ghi liệt kê ra cho tất cả các bước từ bước đầu đến bước cuối cùng của một chu kỳ. Như biểu đồ hành trình bước hình 3.10, bảng hệ điều kiện được lập như sau:

Bảng 3.6: Bảng hệ điều kiện

TT	1S1	1S2	1S3	1S4
1	1	0	1	0
2	0	1	1	0
3	0	1	0	1
4	0	1	1	0
5	1	0	1	0

Việc xác định hệ điều kiện sẽ cung cấp thông tin cho các bước tiếp theo.

**Bước 3:** Chia tầng:

Chia tầng là bước quan trọng nhất, nó quyết định đến tính tối ưu của mạch thiết kế. Việc chia tầng được dựa vào cơ sở là bảng hệ điều kiện. Trong quá trình chia tầng có thể chọn ra một số Xilanh hoặc tất cả Xilanh có trong hệ thống để xét hệ điều kiện. Chẳng hạn trong một hệ thống điều khiển có 4 Xilanh làm việc, thì có thể chọn 2, 3 hoặc cả 4 Xilanh để xét hệ điều kiện, hệ điều kiện là tổ hợp các giá trị logic được trích ra từ bảng

hệ điều kiện có các phần tử tham gia là các phần tử đưa tín hiệu vào thông qua các xilanh đã chọn. Người ta cũng có thể chọn ra ở mỗi giai đoạn làm việc của một số xilanh khác nhau để xét hệ điều kiện. Hệ điều kiện xác định từ một số Xilanh gọi là nhóm điều kiện.

a) Cách chia tầng được tiến hành như sau:

Ta xét từ đầu chu kỳ đến các bước tiếp theo khi hệ điều kiện này hay nhóm điều kiện trùng nhau thì dừng lại và lùi lại về một bước để chia tầng, tức là phải chuyển sang tầng khác trước đó một bước. Sau khi đã được tách chuyển sang phần khác thì tiếp tục xét từ vị trí đã được tách đến các bước sau. Quá trình như thế được tiến hành cho đến cuối chu kỳ và sẽ thu được số tầng xác định.

Dựa theo sơ đồ hành trình bước (Hình 3.10) và bảng hệ điều kiện (bảng 3.1) cho thấy, bước 2 và bước 4 trong sơ đồ hành trình bước có hệ điều kiện trùng nhau, do đó việc chia tầng bắt buộc phải ở bước 3 (tầng I bắt đầu từ bước 1 → bước 3). Từ bước 3 xét đến cuối chu kỳ không có điều kiện nào trùng nhau do đó phải chia ra làm 2 tầng (tầng II bắt đầu từ bước 3 → 5). Cuối cùng ta thu được số tầng là 2:

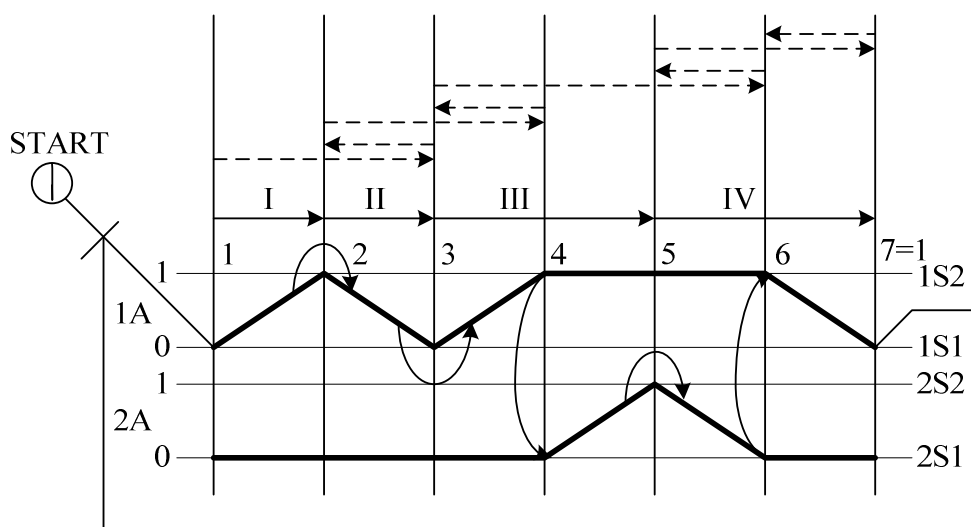
Tầng I: xilanh 1A (0 → 1);    xilanh 2A (0 → 1);

Tầng II: xilanh 1A (1 → 0);    xilanh 2A (1 → 0).

b) Chia tầng trực tiếp trên biểu đồ hành trình bước:

Chia tầng trực tiếp trên sơ đồ hành trình bước sẽ giúp cho người thiết kế quan sát rõ và bao quát hết tất cả các bước của sơ đồ, đồng thời có thể thực hiện và nhận được kết quả rất nhanh. Tuy nhiên người thiết kế vẫn phải tuân thủ theo đúng nguyên tắc thiết kế như các bước trình bày trong phần a.

Ví dụ 2: Xét sơ đồ hành trình bước như sau:



Hình 3.11 Sơ đồ hành trình bước

Cách chia tầng được thực hiện như sau: Từ đầu chu kỳ theo chiều mũi tên → đến bước 3 thì thấy ở bước 3 hệ điều kiện trùng với bước 1 ta phải lùi lại về một bước và chia tầng I ở bước 2.

Như vậy tầng I bắt đầu từ bước 1 → bước 2, tiếp tục từ bước 2 trở đi ta thấy ở bước 2 và bước 4 có hệ điều kiện trùng nhau ta lại lùi lại bước 3 để chia tầng II. Như vậy tầng II bắt đầu từ bước 2 → bước 3. Cứ làm theo nguyên tắc như vậy, ta phải chia tầng ở bước 5 và sẽ được tầng III và tầng IV như trên hình vẽ. Cuối cùng số tầng ta thu được là 4 tầng.

Tầng I: xilanh 1A (0→1);

Tầng II: xilanh 1A (1→0);

Tầng III: xilanh 1A (0→1); xilanh 2A (0→1);

Tầng IV: xilanh 1A (1→0); xilanh 2A (1→0).

Phương pháp chia tầng như trên khi xét hệ điều kiện của tất cả các xilanh, thì số tầng thu được sẽ là ít nhất. Việc chia tầng được thực hiện sao cho trong một tầng chỉ điều khiển cho các xilanh hoạt động duy nhất một hành trình (đi ra hoặc lùi về,...), như thế sẽ tránh được hiện tượng các tín hiệu điều khiển cùng một lúc cung cấp cho một van điều khiển xilanh.



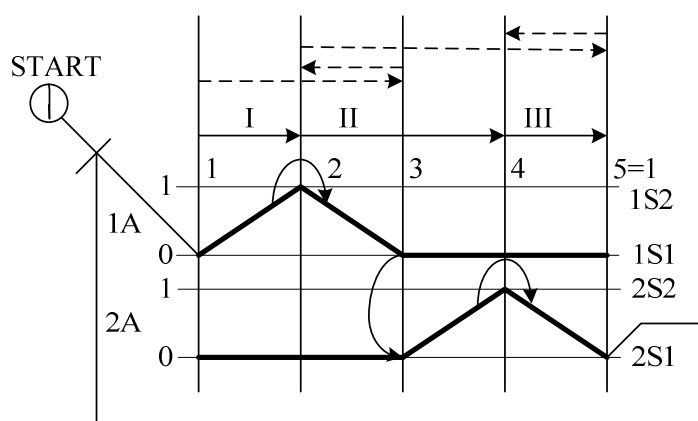
c) Tối ưu hóa số tầng:

Để tối ưu hóa (giảm) số tầng cần thiết, có thể tiến hành như sau.

Tách các tầng không kế tiếp nhau ra khỏi sơ đồ hành trình bước và vẽ liền vào vào nhau thì sẽ nhận được sơ đồ hành trình bước mới.

Ví dụ 3: Cho sơ đồ hành trình bước như sau.

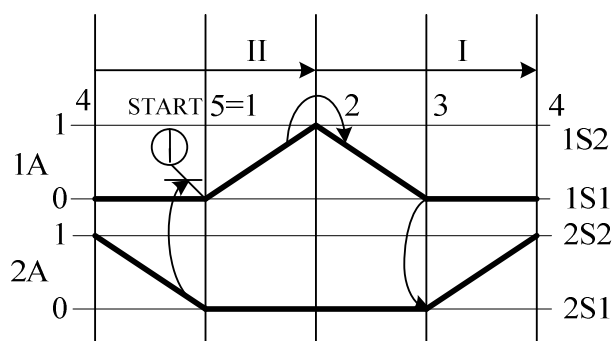
Theo cách chia tầng như đã trình bày ở phần trên, với sơ đồ hành trình bước đã cho ta có thể chia được số tầng như sau (hình 3.12):



Hình 3.12 Sơ đồ hành trình bước (cũ)

Để giảm số tầng cần thiết ta thực hiện như sau:

Tách tầng III ra khỏi sơ đồ hành trình bước (cũ) và vẽ kế vào tầng phía trước tầng I (cũ) như sau:



Hình 3.13 Sơ đồ hành trình bước (mới)

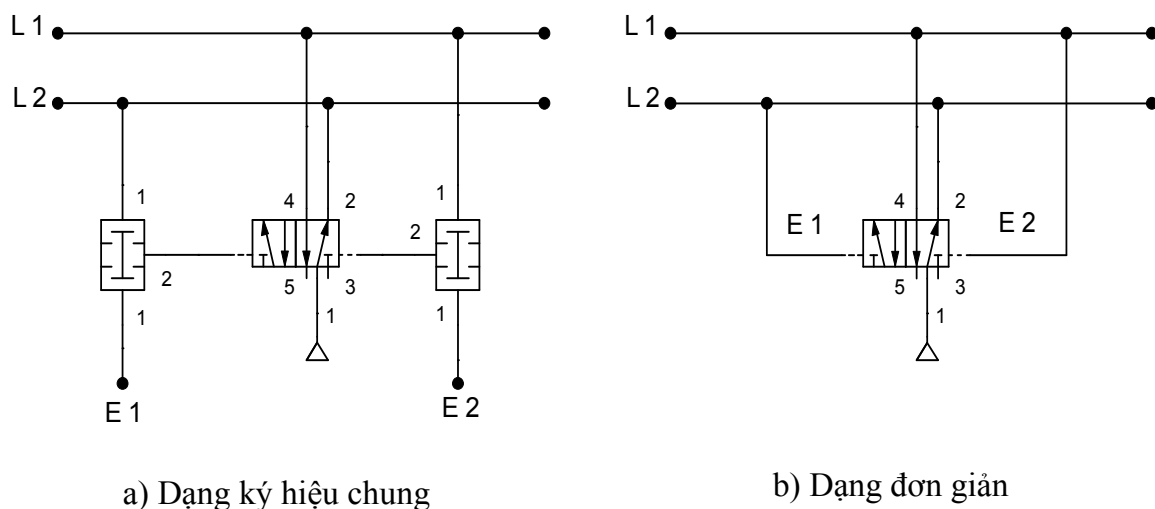
Xác định lại số tầng: tầng I (cũ) gộp với tầng III (cũ) trở thành tầng II (mới); tầng II

(cũ) trở thành tầng I (mới). Với cách làm như vậy ta đã đi được một tầng điều khiển, làm cho mạch điều khiển sẽ trở thành đơn giản hơn.

**Bước 4: Cách tạo các tầng trong điều khiển bằng khí nén**

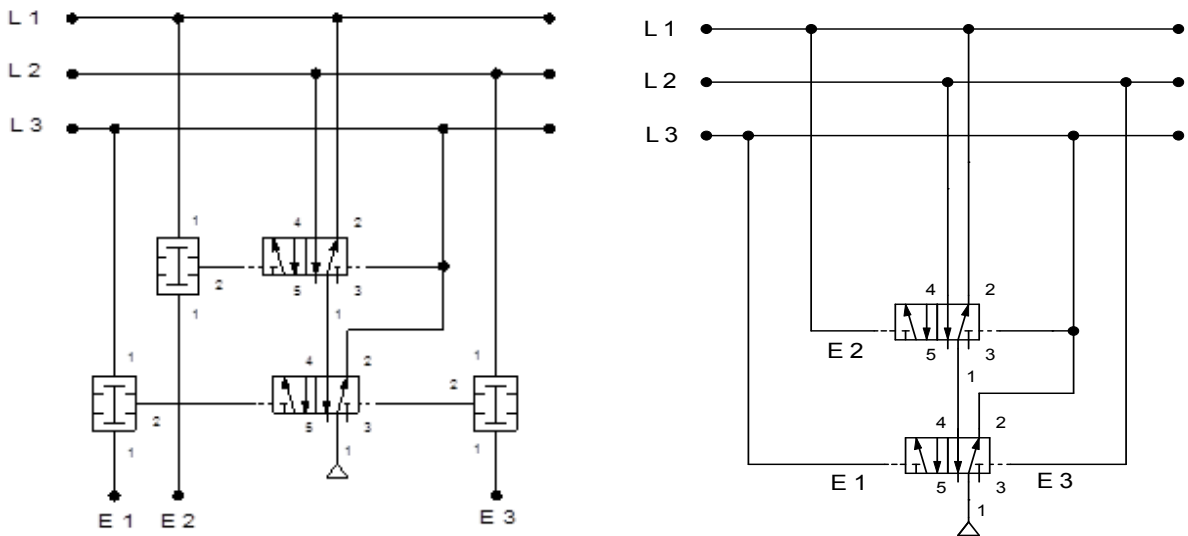
Trong hệ thống điều khiển theo tầng, mỗi tầng đã được phân chia như trên được xem như là một nguồn tín hiệu điều khiển (khí nén). Như vậy, ở mỗi bước hành trình chỉ có duy nhất một tầng làm việc (có khí nén).

Để tạo ra 2 tầng người ta sử dụng một van đảo chiều 5/2 (hoặc 4/2) điều khiển hai phía bằng khí nén.



Hình 3.14 Hai tầng điều khiển bằng khí nén

Để tạo ra 3 tầng người ta sử dụng hai van đảo chiều 5/2 (hoặc 4/2) điều khiển hai phía bằng khí nén.

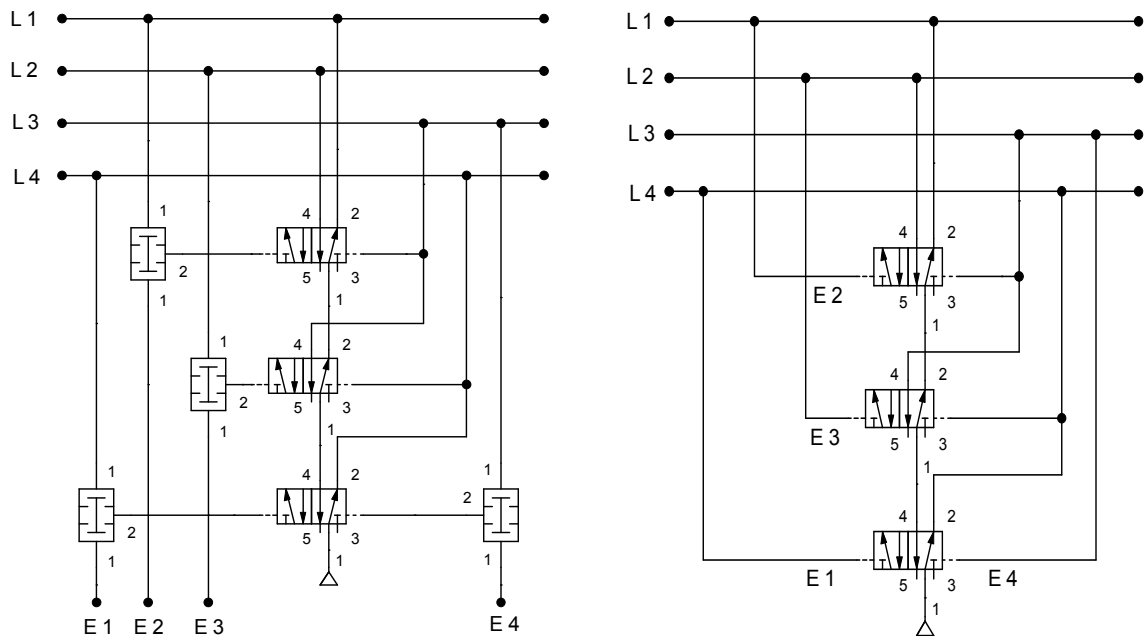


a) Dạng ký hiệu chung

b) Dạng đơn giản

Hình 3.15 Ba tầng điều khiển bằng khí nén

Để tạo ra 4 tầng người ta sử dụng 3 van đảo chiều 5/2 (hoặc 4/2) điều khiển hai phía bằng khí nén.

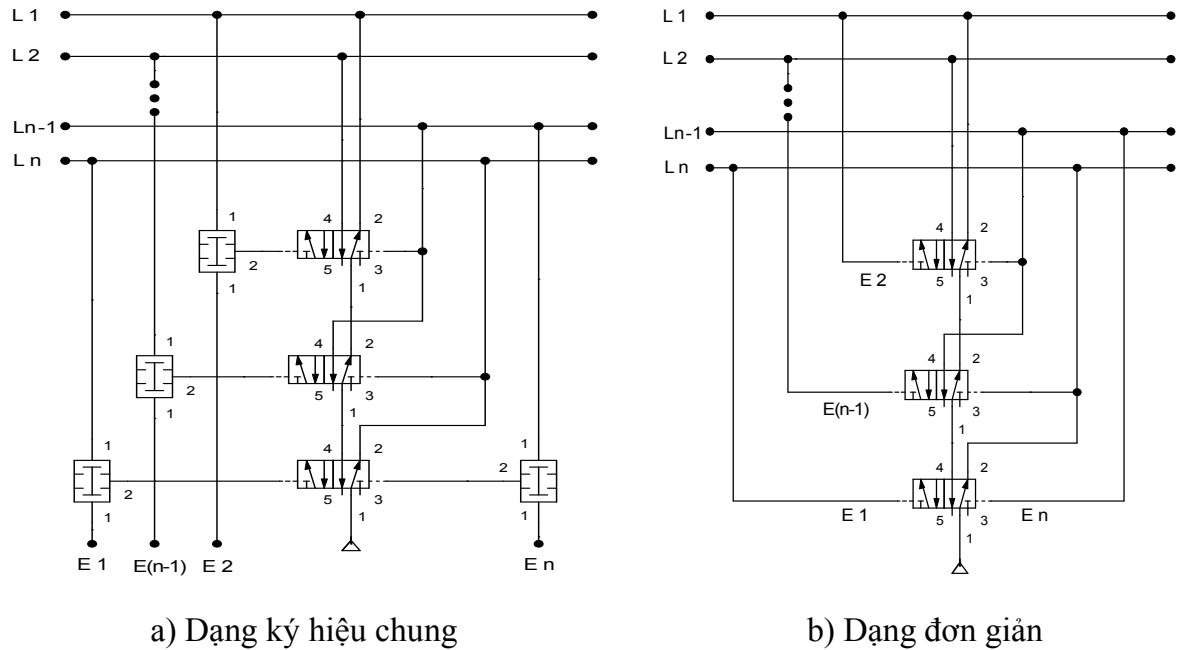


a) Dạng ký hiệu chung

b) Dạng đơn giản

Hình 3.16 Bốn tầng điều khiển bằng khí nén

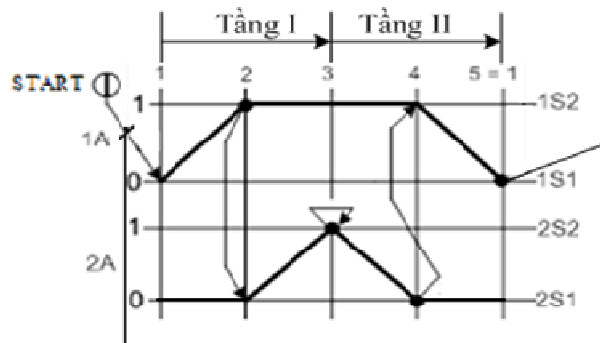
Để tạo ra n tầng người ta sử dụng n-1 van đảo chiều 5/2 (hoặc 4/2) điều khiển hai phía bằng khí nén.



Hình 3.17 n tầng điều khiển bằng khí nén

Như vậy số van điều khiển tầng ít hơn số tầng một đơn vị, do đó khi chia tầng cần phải chia sao cho số tầng thu được là ít nhất mà vẫn đảm bảo yêu cầu công nghệ, khi đó vừa giảm kinh phí đầu tư cho thiết bị cũng như tính phức tạp của mạch điều khiển.

Ví dụ 1: Thiết bị tự động dập chi tiết có sơ đồ hành trình bước như hình 3.18. Hãy thiết kế mạch điều khiển bằng khí nén.



Hình 3.18 Sơ đồ hành trình bước

Xilanh 1A và 2A lựa chọn là xilanh tác dụng kép; START là nút nhấn khởi động 3/2; các phân tử 1S1, 1S2, 2S1, 2S2 lựa chọn là các công tắc hành trình 3/2.

Giải:

Bước 1: Chia tầng.

Chia tầng trực tiếp trên sơ đồ hành trình bước (hình 3.18).

Bước 2: Tìm tín hiệu logic đầu vào và đầu ra.

a) Tín hiệu logic đầu vào.

Từ sơ đồ hành trình bước ta chia thành 2 tầng điều khiển (hình 3.19), vì vậy ta sẽ có 2 tín hiệu logic đầu vào E1 và E2 là các tín hiệu điều khiển tầng:

$$E1 = L2 \wedge \text{START} \wedge 1S1;$$

$$E2 = L1 \wedge 2S2.$$

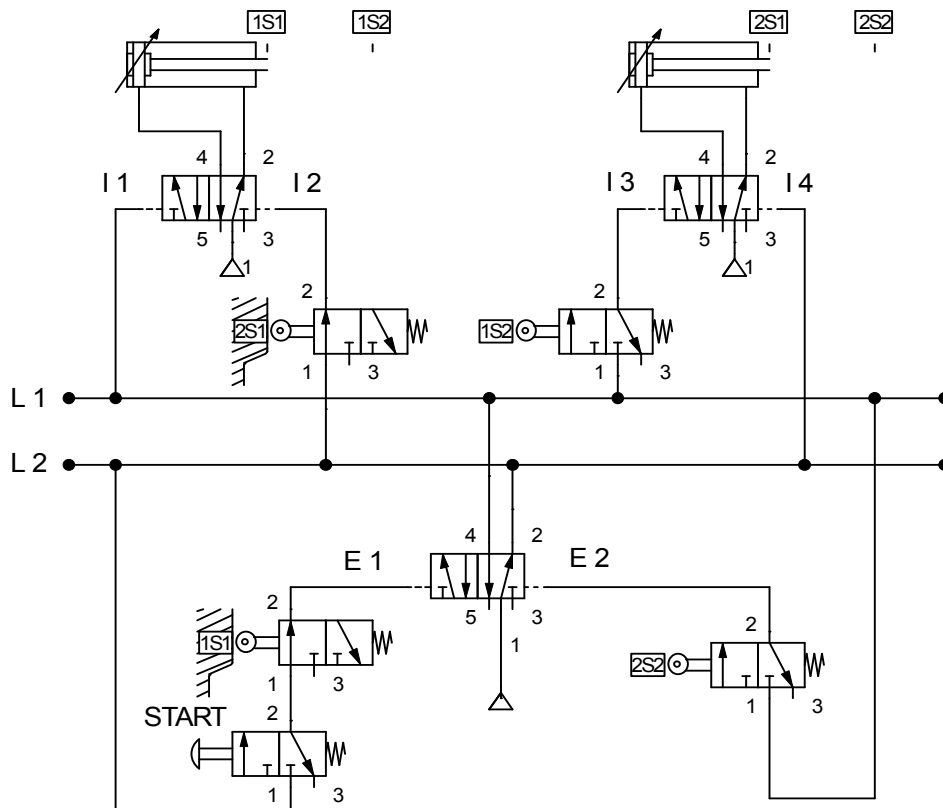
a) Tín hiệu logic đầu ra.

Hai xilanh 1A và 2A đều là xilanh tác dụng kép, do đó ta lựa chọn van đảo chiều 5/2 dùng để điều khiển cho các xilanh; I1, I2, I3, I4 là các tín hiệu điều khiển van đảo chiều 5/2.

$$I1 = L1; I2 = L2 \wedge 2S1;$$

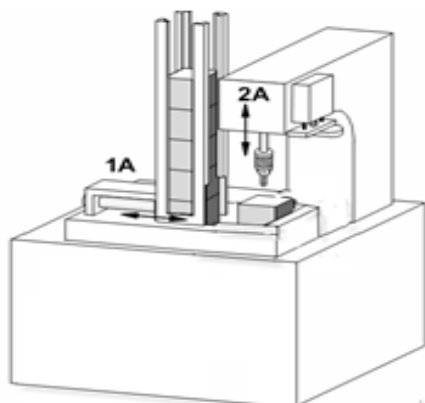
$$I3 = L1 \wedge 1S2; I4 = L2.$$

Bước 3: Vẽ mạch điều khiển (hình 3.20).

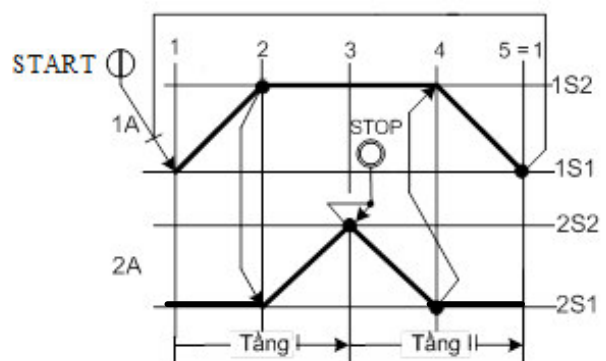


Hình 3.19 Mạch điều khiển bằng khí nén của thiết bị dập tự động

Ví dụ 2: Thiết bị gá kẹp và khoan chi tiết (Hình 3.20), hãy thiết kế mạch điều khiển bằng khí nén.



a) Sơ đồ công nghệ



b) Sơ đồ hành trình bước

Hình 3.20 Thiết bị gá kẹp và khoan chi tiết

Giải:

Bước 1: Chia tầng.

Chia tầng trực tiếp trên sơ đồ hành trình bước (hình 3.20).

Bước 2: Tìm tín hiệu logic đầu vào và đầu ra.

a) Tín hiệu logic đầu vào.

Từ sơ đồ hành trình bước ta chia thành 2 tầng điều khiển (hình 3.20), vì vậy ta sẽ có 2 tín hiệu logic đầu vào E1 và E2 là các tín hiệu điều khiển tầng:

$$E1 = L2 \wedge \text{START} \wedge 1S1;$$

$$E2 = L1 \wedge (2S2 \vee \text{STOP}).$$

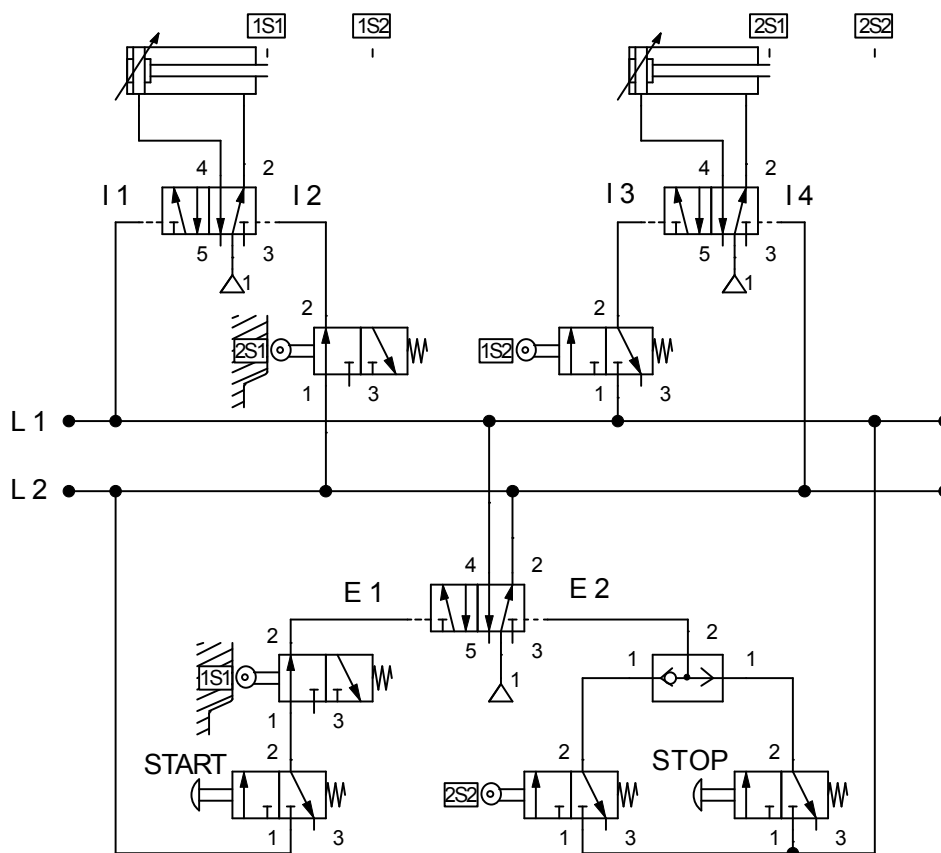
a) Tín hiệu logic đầu ra.

Hai xilanh 1A và 2A đều là xilanh tác dụng kép, do đó ta lựa chọn van đảo chiều 5/2 dùng để điều khiển cho các xilanh; I1, I2, I3, I4 là các tín hiệu điều khiển van đảo chiều 5/2.

$$I1 = L1; I2 = L2 \wedge 2S1;$$

$$I3 = L1 \wedge 1S2; I4 = L2.$$

Bước 3: Vẽ mạch điều khiển (Hình 3.20).



Hình 3.20 Mạch điều khiển bằng khí nén của thiết bị gá kẹp và khoan chi tiết

### 3.3.6. Điều khiển theo cấu trúc nhịp

Các phương pháp điều khiển đã trình bày có đặc điểm là, khi thay đổi quy trình công nghệ hay yêu cầu đặt ra, đòi hỏi phải thiết kế lại mạch điều khiển. Như vậy sẽ mất nhiều thời gian và công sức. Phương pháp điều khiển theo nhịp khắc phục được nhược điểm trên.

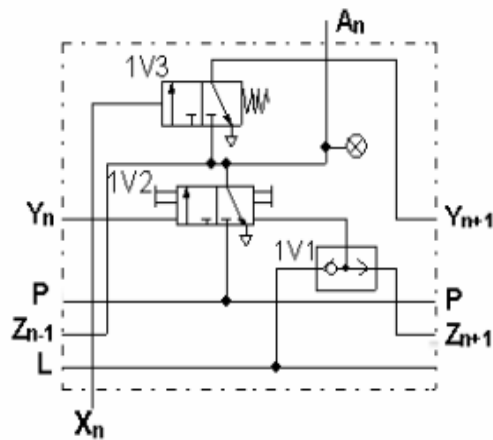
Nguyên tắc điều khiển theo nhịp là các bước thực hiện lện xảy ra tuần tự. Nghĩa là các lệnh trong một nhịp thực hiện xong, thì một mặt thông báo (chuẩn bị điều kiện) cho nhịp kế sau, mặt khác xóa lệnh nhịp thực hiện trước đó.

#### 1. Cấu tạo khối của khối nhịp

Để thực hiện điều khiển theo nhịp, người ta chế tạo các khối điều khiển cứng, gồm 3 phân tử: phân tử AND (hoặc mạch theo hàm AND); phân tử nhớ (thường là một van



3/2; 4/2 hoặc 5/2 xung) và một phần tử OR như hình vẽ (Hình 3.21).



- $Y_n$ : Tín hiệu thiết lập (SET)
- $Y_{n+1}$ : Tín hiệu chuẩn bị thiết lập cho nhịp thứ  $n+1$
- $Z_{n-1}$ : Tín hiệu xoá (RESET) cho nhịp thứ  $n-1$
- $Z_{n+1}$ : Tín hiệu xoá (RESET) đến từ nhịp thứ  $n+1$
- P: Áp suất nguồn
- L: Tín hiệu đặt lại
- A: Tín hiệu điều khiển gửi ra

Hình 3.21 Cấu tạo của khối nhịp điều khiển

Trong hệ thống điều khiển tuần tự, người ta thường sử dụng một số kiểu khối nhịp đáp ứng các vai trò khác nhau.

a) Khối nhịp kiểu A.

Khối nhịp kiểu A (Hình 3.21), có thể được sử dụng cho tất cả các nhịp từ đầu chu trình đến nhịp trước cuối (trừ nhịp cuối cùng).

Nguyên lý làm việc:

Xét cho một khối kiểu A ở nhịp thứ  $n$ , khi nhận được tín hiệu thiết lập  $Y_n$  (có thể là lệnh vận hành hay lệnh điều khiển tuần tự), theo nguyên lý I-P-O (Input–Processing–Output) thực hiện bởi van 3/2 xung và sẽ có tín hiệu ra  $A_n$ . Tín hiệu ra  $A_n$  được sử dụng với ba chức năng đồng thời:

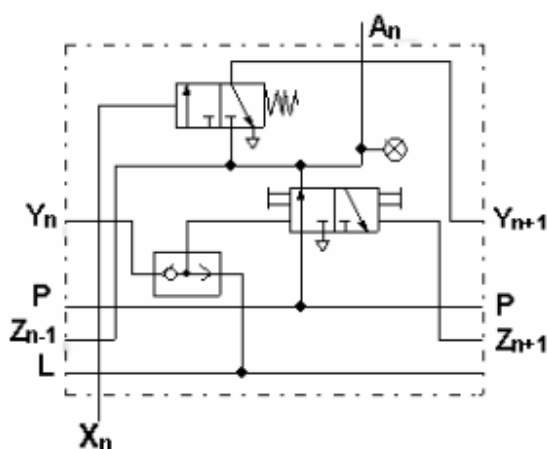
- + Điều khiển các phần tử ngoại vi (ví dụ van đảo chiều).
- + Xóa nhịp trước đó ( $Z_{n-1}$ ).

Khối kiểu A có thể được xóa bằng một trong hai nguồn lệnh, lựa chọn bằng công OR (van 1V1): lệnh Z hoặc lệnh vận hành L (đặt lại) – thiết lập trạng thái ban đầu cho van xung 3/2 (1V2).

+ Sẵn sàng khởi tạo (set) cho nhịp kế tiếp khi có lệnh  $X_n$  (trong môi liên kết AND của van 1V2 và van 1V3).  $X_n$  có thể là lệnh vận hành (người – hệ thống) hay các tín hiệu giám sát trong hệ thống.

b) Khối nhíp kiểu B.

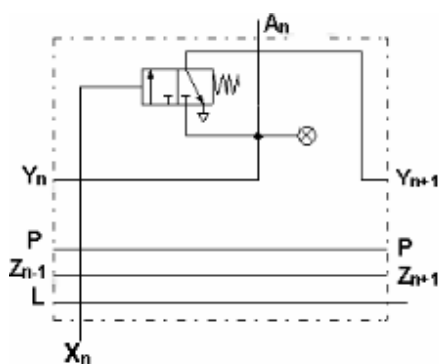
Hình 3.22 mô tả cấu trúc một khối nhíp kiểu B. Nó được đặt ở vị trí cuối cùng trong chuỗi các khối nhíp nối tiếp, ngược với kiểu A, khối nhíp kiểu B có phần tử OR ghép tín hiệu thiết lập  $Y_n$  và tín hiệu đặt lại L. Khi có tín hiệu đặt lại L thì toàn bộ các khối của chuỗi điều khiển (trừ khối cuối cùng - kiểu B) sẽ trở về vị trí ban đầu. Như vậy khối kiểu B có chức năng như là điều kiện để chuẩn bị khởi động của cả hệ thống.



Hình 3.22 Khối nhíp kiểu B

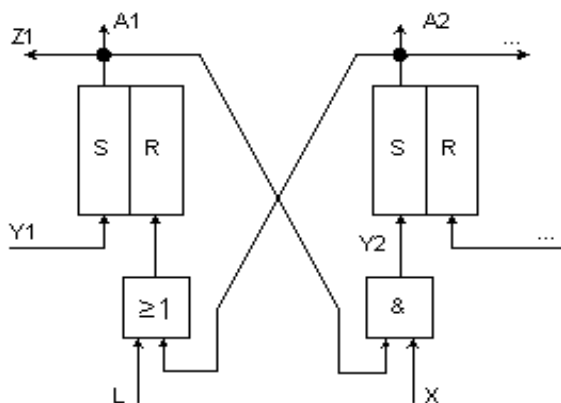
c) Khối nhíp kiểu C.

Khối nhíp kiểu C không có phần tử nhớ, và như vậy không cần xóa hay đặt lại. Nó có vai trò như là phần tử truyền đạt tín hiệu ở cổng X, khi tín hiệu ở cổng này còn tiếp tục tồn tại từ nhíp trước đó.



Hình 3.23 Khối nhíp kiểu C

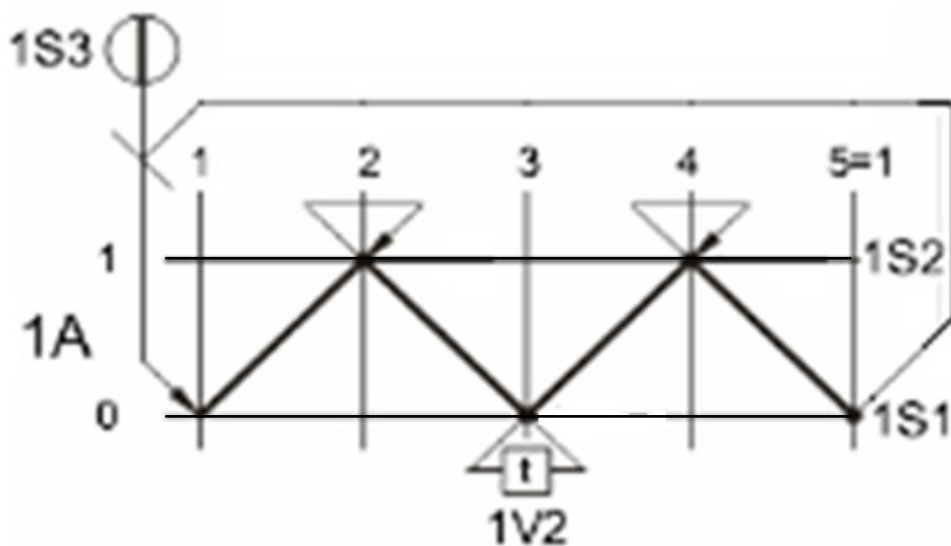
Hình 3.24 mô tả nguyên lý 2 nhịp liên tiếp, trong đó mỗi nhịp được đặc trưng bằng một ô nhớ R-S.



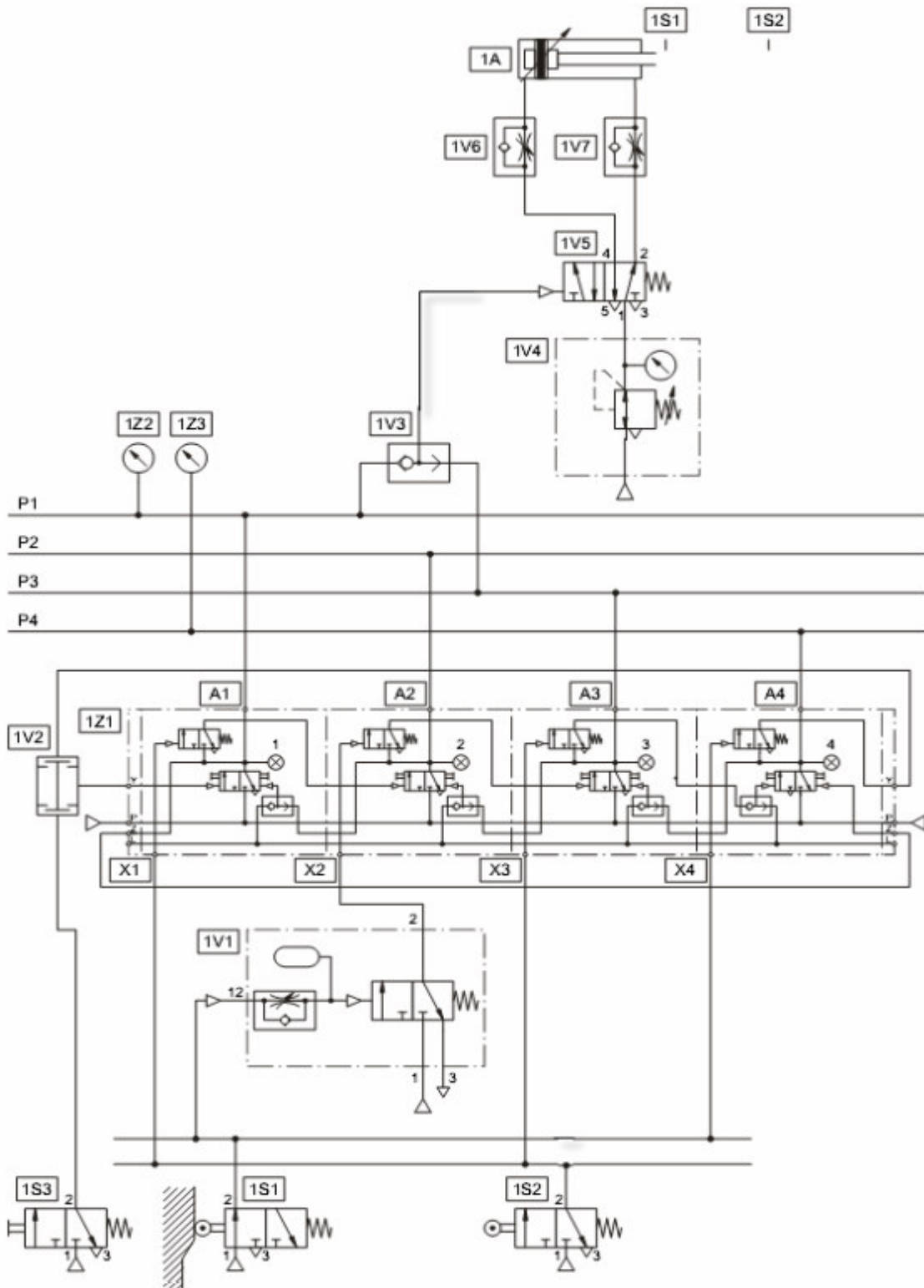
$Y_1, Y_2 \dots$  là các tín hiệu thiết lập;  
 $A_1, A_2 \dots$  là các tín hiệu ra – đưa đi điều khiển hoặc chuẩn bị thiết lập cho nhịp sau khi có tín hiệu điều khiển X và xoá nhịp trước đó (Z);  
 L: dùng để đặt lại các khối nhịp

Hình 3.24 Mạch logic của hai nhịp điều khiển theo DIN 40 700

Ví dụ: Thiết kế hệ điều khiển bằng khí nén theo cấu trúc nhịp cho yêu cầu nêu trong sơ đồ hành trình bước (hình 3.25a). Mạch điều khiển được thể hiện trên sơ đồ (Hình 3.25b).



a) Sơ đồ hành trình bước

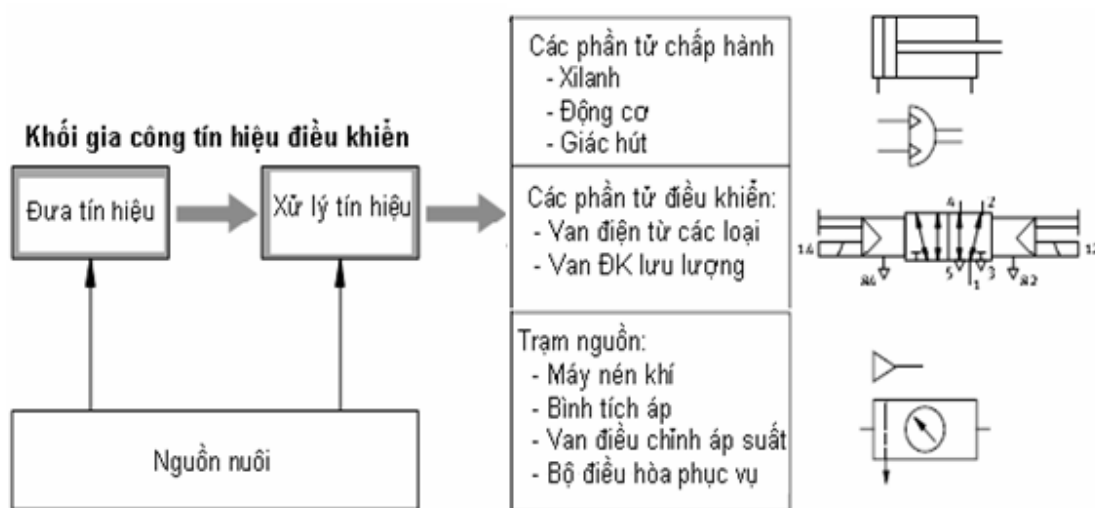


b) Mạch điều khiển

Hình 3.25 Sơ đồ hệ thống khí nén điều khiển theo cấu trúc nhíp

Chương 4: CÔNG NGHỆ ĐIỀU KHIỂN BẰNG ĐIỆN – KHÍ NÉN

4.1. Cấu trúc hệ thống điều khiển điện – khí nén



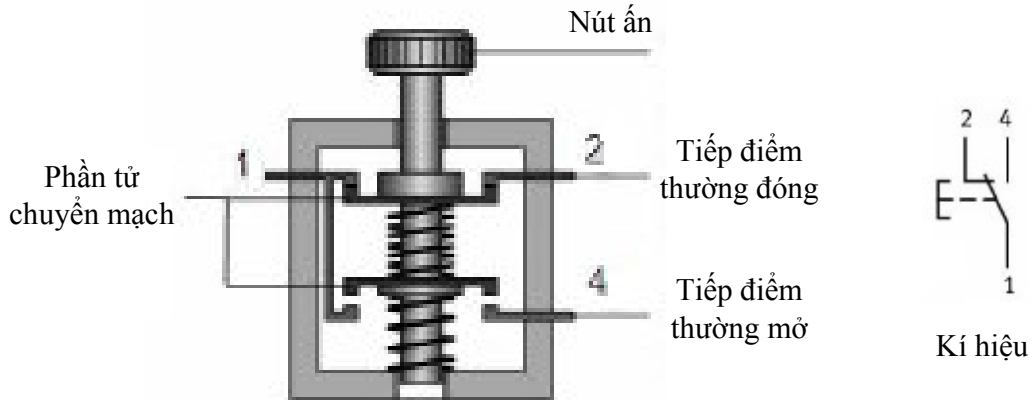
Hình 4.1 Hệ thống điện – khí nén

Hệ thống điều khiển bằng điện- khí nén (Hình 4.1) so với hệ thống điều khiển hoàn toàn bằng khí nén có điểm khác biệt cơ bản là: tín hiệu điều khiển là tín hiệu điện, theo đó các phần tử đưa tín hiệu, các phần tử xử lý tín hiệu và các van đảo chiều làm việc theo nguyên lý điện, điện - từ trường.

4.2. Các phần tử trong hệ thống điện – khí nén

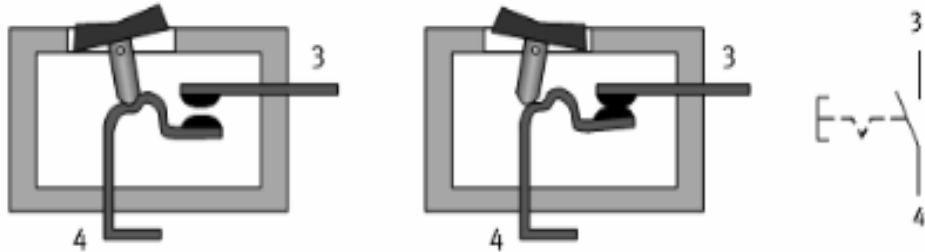
4.2.1. Các phần tử đưa tín hiệu

1) Nút ấn: Hình 4.2 trình bày cấu tạo, ký hiệu của một số dạng nút ấn trong mạch điện.



a) Nút ấn tự phục hồi

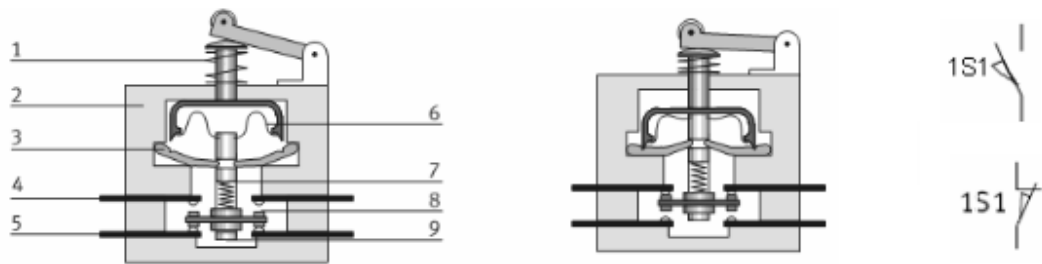
b)



b) Nút ấn tự giữ

Hình 4.1 Các dạng nút ấn

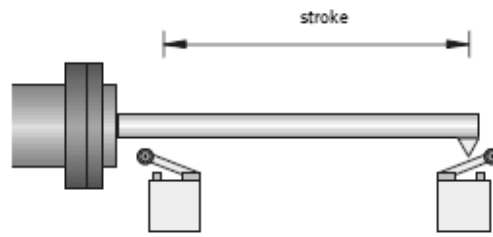
2) Công tắc hành trình điện - cơ:



Limit switch (unactuated and actuated position)

- |                        |                              |                             |
|------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Compression spring (1) | Normally open contacts (4)   | Contact pressure spring (7) |
| Housing (2)            | Normally closed contacts (5) | Contact blade (8)           |
| Detent lever (3)       | Arched spring (6)            | Guide bolt (9)              |

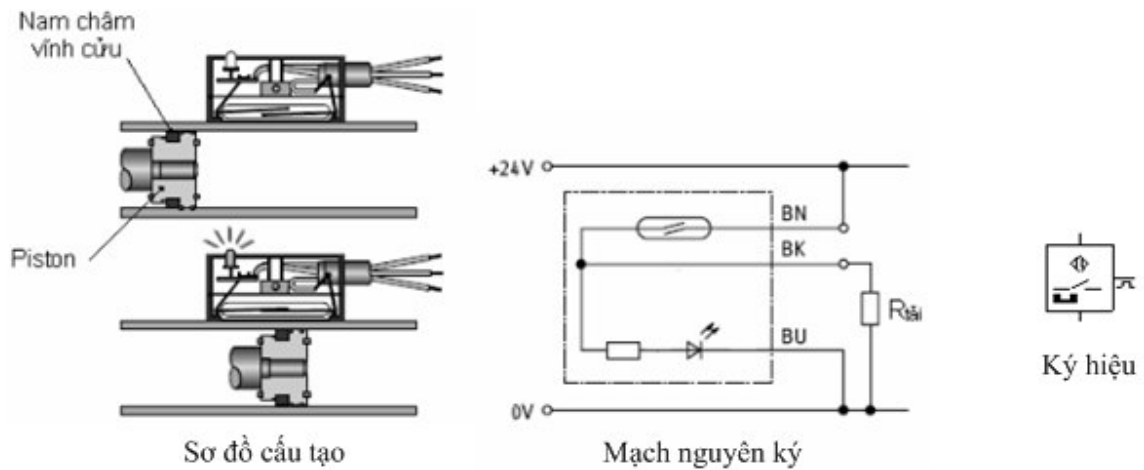
a) Cấu tạo, ký hiệu



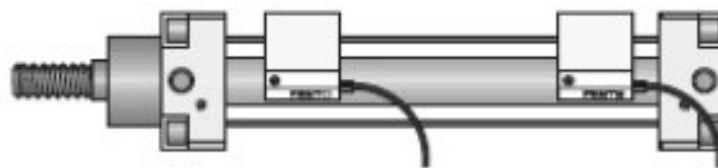
b) Vị trí lắp đặt

Hình 4.2 Công tắc hành trình điện cơ

3) Công tắc hành trình từ tiệm cận.



a) Cấu tạo, ký hiệu



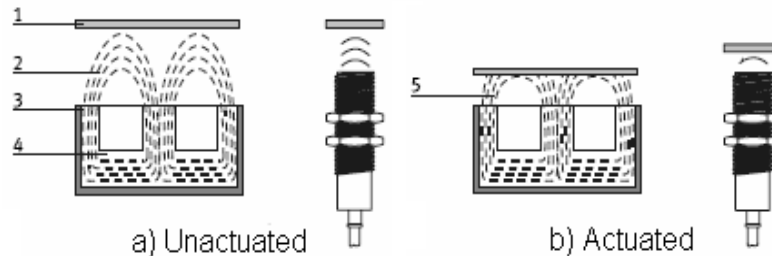
b) Vị trí lắp đặt

Hình 4.3 Công tắc hành trình từ tiệm cận

Bộ tiếp điểm được làm bằng vật liệu sắt từ (Fe – Ni) và được đặt trong ống chứa khí trơ. Khi tiệm cận với từ trường của nam châm vĩnh cửu (hoặc nam châm điện), các tiếp điểm được từ hóa và hút nhau (tiếp xúc) cho dòng điện có thể chảy qua.

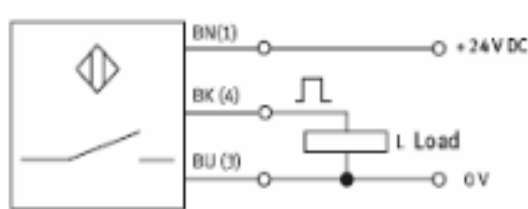
4) Cảm biến từ tiệm cận.

a) Cảm biến tiệm cận.

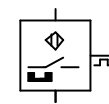


- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| (1) Actuating element             | (4) Energy is drawn from high frequency magnetic field |
| (2) High frequency magnetic field |  |
| (3) Active surface                |  |

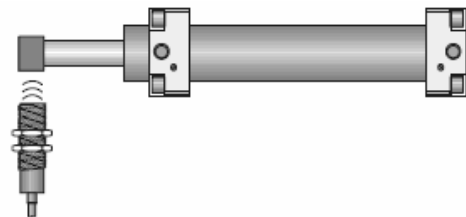
a) Cấu tạo



b) Sơ đồ mạch điện



c) Ký hiệu



d) Vị trí lắp đặt

Hình 4.4 Cảm biến tiệm cận cảm ứng

Các đặc trưng cơ bản của một cảm biến cảm ứng từ:

- Đối tượng phát hiện: kim loại sắt từ;
- Khoảng cách phát hiện: 0,8 – 10mm, (loại có độ nhạy cao nhất - max 250mm);
- Điện áp cung cấp: 10-30 VDC;
- Dòng điện cung cấp ra tải: 75 - 400mA.

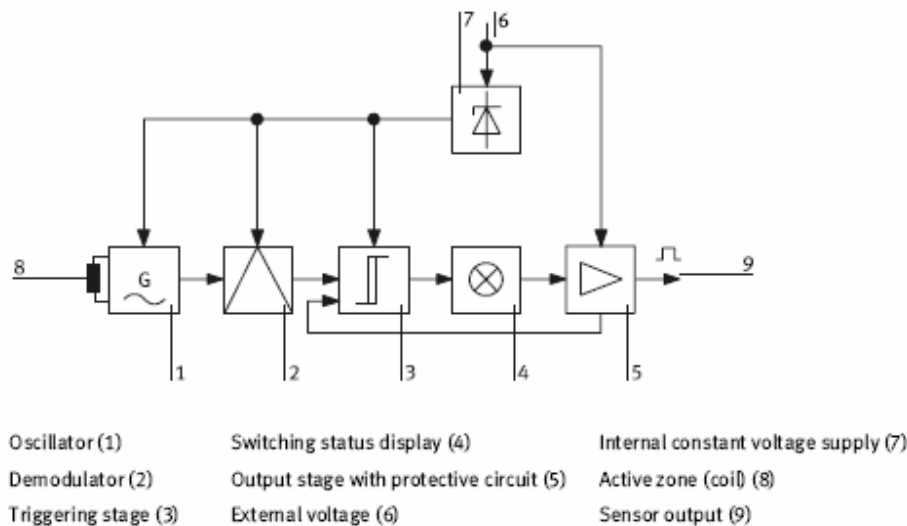
Nguyên lý hoạt động:

Khi vật thể bằng kim loại được đưa vào vùng tác dụng của sensor, dòng điện xoáy xuất hiện trong vật thể, nó làm suy giảm năng lượng của bộ tạo dao động (Oscillator). Điều đó dẫn đến sự thay đổi dòng điện tiêu thụ của sensor. Như vậy, hai trạng thái:



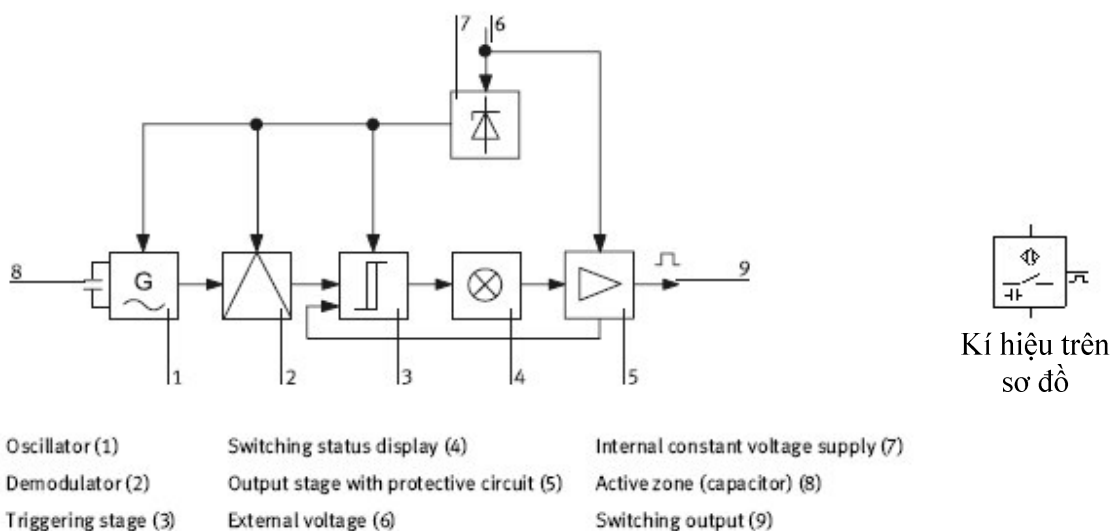
suy giảm và không suy giảm dòng điện tiêu thụ của sensor dẫn đến chuyển trạng thái “có” hay “không” bằng mức xung điện áp ra.

Xem sơ đồ nguyên lý mạch điện tử của cảm biến cảm ứng từ (Hình 4.5).



Hình 4.5 Sơ đồ nguyên lý của cảm biến cảm ứng từ

b) Cảm biến tiệm cận điện dung.



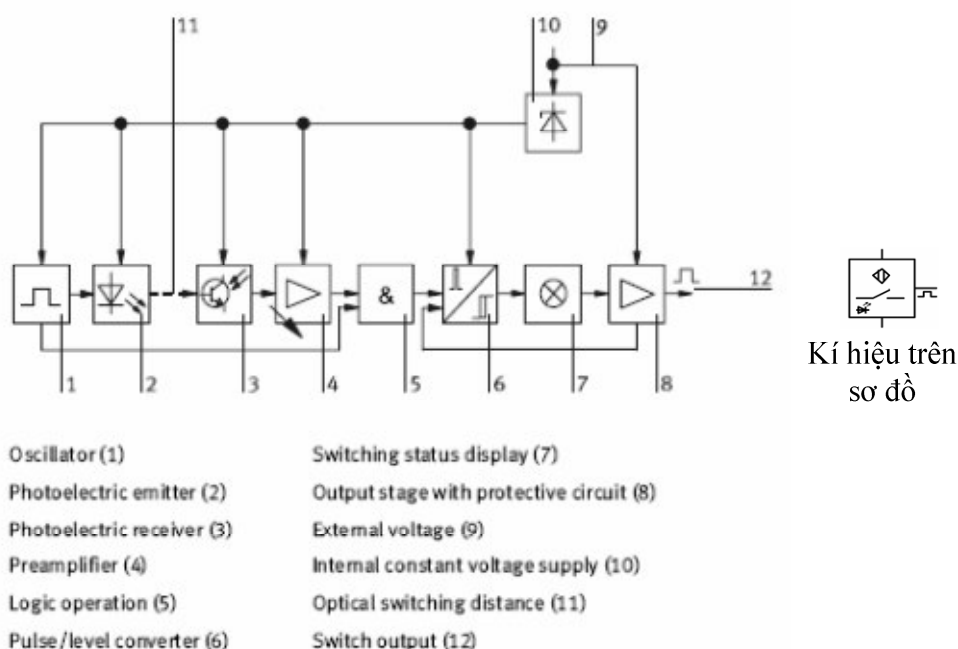
Hình 4.6 Sơ đồ nguyên lý của cảm biến điện dung

Nguyên lý làm việc:

- Cảm biến điện dung phát hiện được các vật thể làm bằng vật liệu bất kỳ (kim loại, đá, gỗ, nước ...).

- Khi vật thể được dẫn vào vùng tác dụng của cảm biến, điện dung của một tụ điện (được hình thành bởi vật thể và bản cực của cảm biến) thay đổi. Điện dung này tham gia trong một mạch cộng hưởng RC của cảm biến. Trạng thái cộng hưởng thay đổi dẫn đến thay đổi dòng điện tiêu thụ của cảm biến và tương ứng với “có” hay “không có” vật thể trong vùng phát hiện của cảm biến.

c. Cảm biến tiệm cận quang.



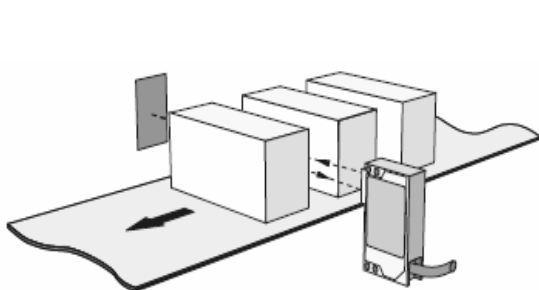
Hình 4.7 Cảm biến tiệm cận quang

Nguyên lý làm việc:

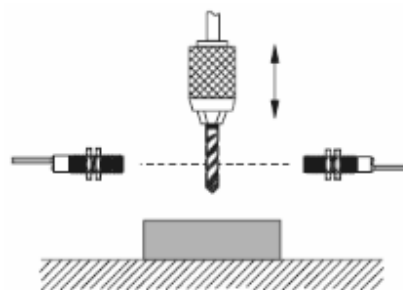
Bộ phận phát sẽ phát đi tia hồng ngoại bằng điôt phát quang, khi gặp vật chắn, tia hồng ngoại sẽ phản hồi lại bộ phận nhận. Như vậy ở bộ phận nhận, tia hồng ngoại phản hồi là tín hiệu kích thích tạo nên tín hiệu ra.

Tùy theo cách thiết lập vị trí của bộ phận phát và bộ phận nhận, người ta chia cảm biến quang thành 2 loại chính:

- Cảm biến quang phản hồi (Hình 4.7a);
- Cảm biến quang một chiều (Hình 4.7b).



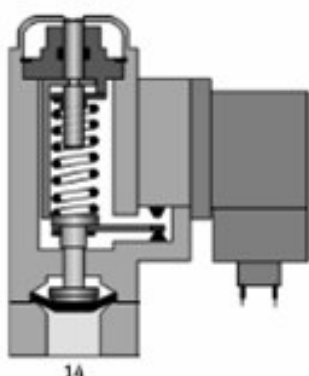
a) Cảm biến quang phản hồi



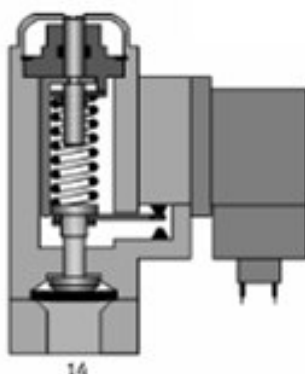
b) Cảm biến quang một chiều

Hình 4.7 Các loại cảm biến quang

5) Bộ chuyển đổi tín hiệu khí nén- tín hiệu điện.



Chưa có tín hiệu  
kích thích



Đã có tín hiệu  
kích thích

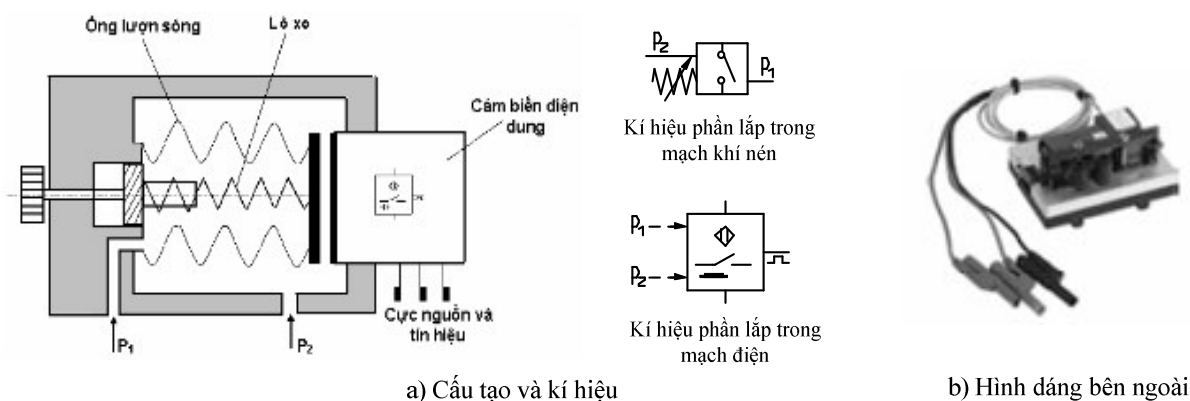


Kí hiệu

Hình 4.8 Bộ chuyển đổi tín hiệu khí nén – tín hiệu điện

Khi áp suất khí nén vào cửa 14 vượt giá trị đặt, bộ tiếp điểm chuyển mạch chuyển trạng thái mạch điện.

6) Bộ chuyển đổi áp suất – điện vạn năng.



Hình 4.9 Bộ chuyển đổi áp suất – điện vạn năng

Nguyên lý làm việc:

- Chức năng chuyển đổi tín hiệu khí nén (áp suất dư) – điện.

Khi cổng  $P_1$  được nối với điểm có áp suất, cổng  $P_2$  để thông với khí quyển. Áp suất  $P_1$  được đưa vào ống lượn sóng và gây lên lực tác dụng cùng với lực đàn hồi của lò xo lên mặt đáy ống khiến cho khoảng cách gây hiệu ứng điện dung thay đổi. Nhiệm vụ của cảm biến điện dung là tạo ra tín hiệu điện dạng tương tự hoặc nhị phân đưa ra ngoài. Có thể đặt được giá trị tác động theo ý muốn thông qua lực đàn hồi của lò xo. Nguyên lý làm việc này cũng được dùng để giải thích tương tự cho hai chức năng dưới đây:

- Chức năng chuyển đổi tín hiệu khí nén (áp suất chân không) – điện. Khi  $P_2$  nối với điểm có áp suất chân không, cổng  $P_1$  để thông với khí quyển.

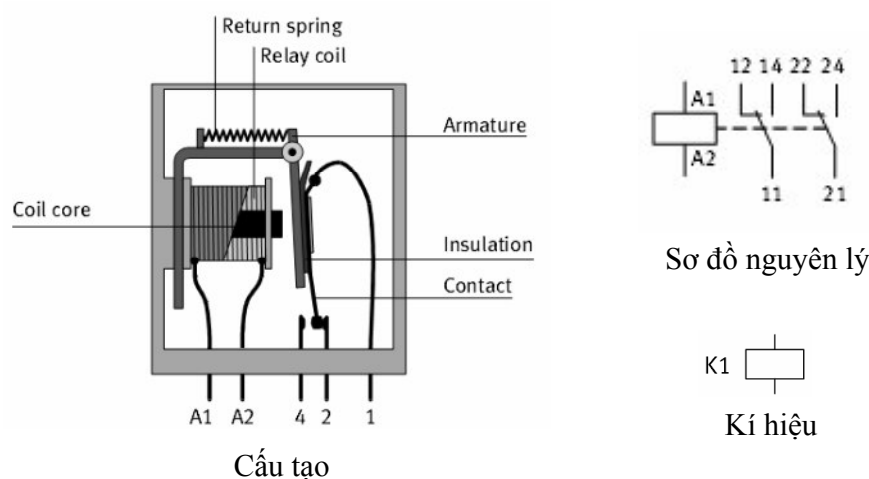
- Chức năng chuyển đổi tín hiệu khí nén (độ chênh lệch áp suất) – điện. Khi cả hai cổng  $P_1, P_2$  được nối với hai điểm có áp suất khác nhau, hiệu  $P_1-P_2$  sẽ được kiểm soát.

#### 4.2.3. Phần tử xử lý tín hiệu

Trong kỹ thuật điều khiển, role như là một phần tử xử lý tín hiệu. Có nhiều loại role khác nhau, tùy theo công dụng. Phần trình bày tiếp theo sẽ giới thiệu một số loại role thông dụng, ví dụ role đóng – mở, role thời gian.

##### 1) Role điện tử

Nguyên lý làm việc của role đóng – mở được biểu diễn ở hình 4.10. Khi cho dòng điện chạy vào cuộn dây cảm ứng, xuất hiện lực từ trường sẽ hút lõi sắt, trên đó có lắp các tiếp điểm (tiếp điểm thường đóng, tiếp điểm thường mở).



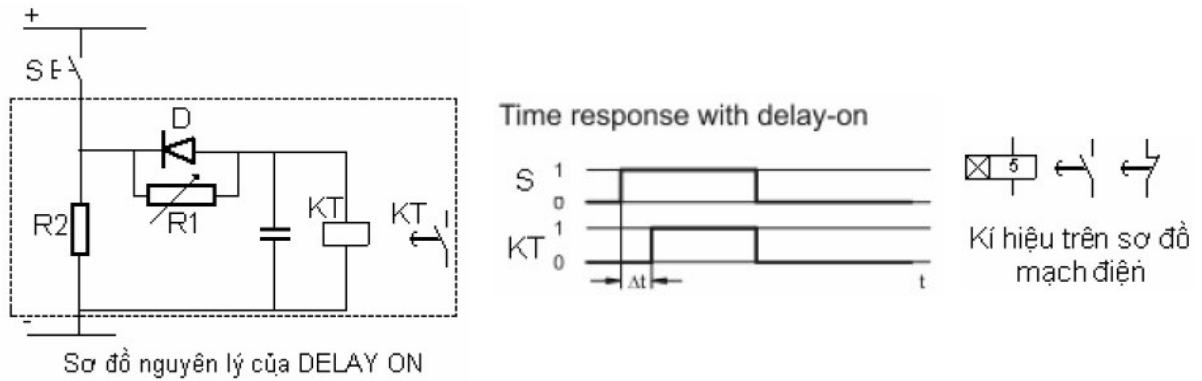
Hình 4.10 Role điện từ

## 2) Rơ le thời gian

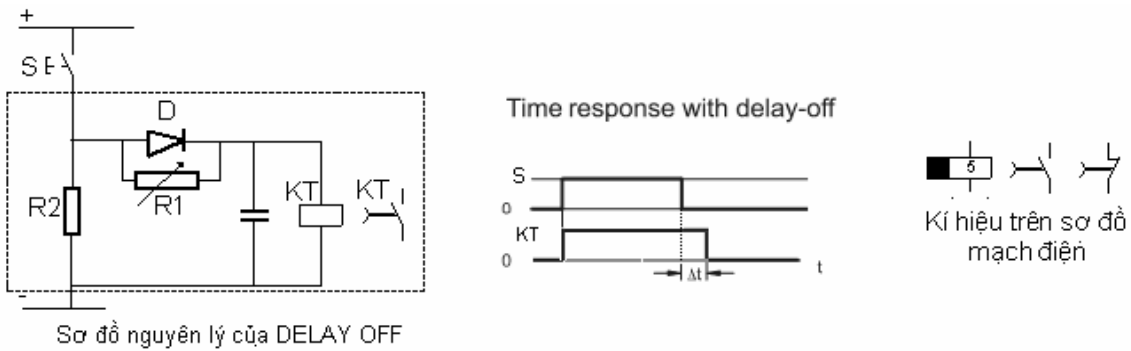
Role thời gian còn gọi là các bộ định thời (Timer) thực hiện bằng khí nén đã được trình bày ở chương 3. Trong cấu trúc hệ điều khiển bằng điện - khí nén, người ta có thể sử dụng các timer thực hiện bằng điện tử, điện tử hay kết hợp các linh kiện điện tử với role điện từ, dưới đây trình bày hai kiểu role thời gian loại này:

### a) Role thời gian tác động muộn (DELAY ON)

Nguyên lý làm việc của role thời gian tác động muộn và nhả muộn tương tự như role thời gian tác động muộn và nhả của phần tử khí nén.



a) Role thời gian tác động muộn (DELAY ON)

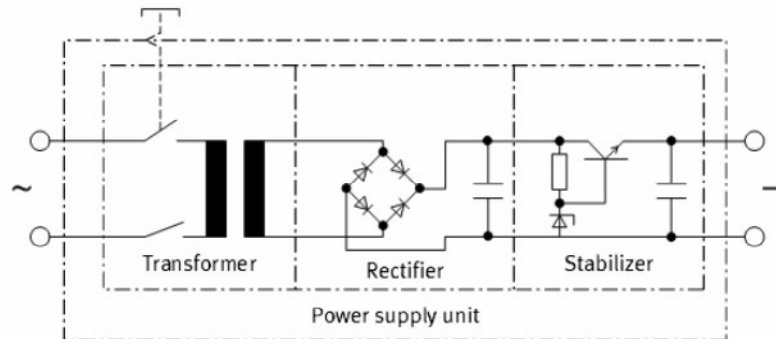


b) Role thời gian nhả muộn (DELAY OFF)

Hình 4.11 Role thời gian

#### 4.2.4. Nguồn cung cấp

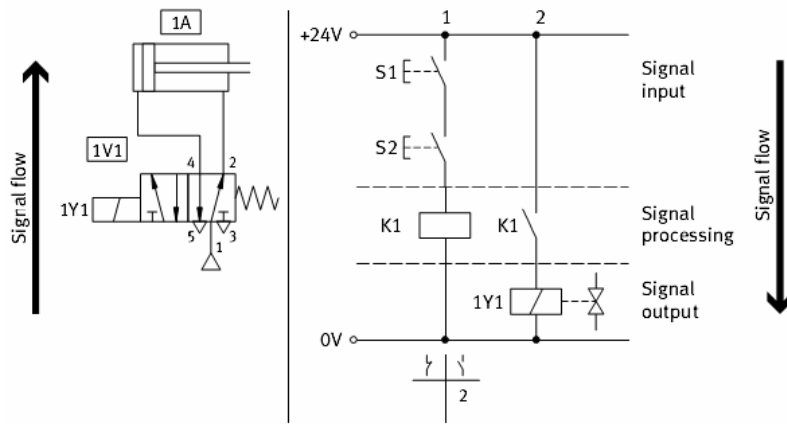
Trong thực tế, phần lớn các phần tử điện - khí nén trong hệ thống được chế tạo với nguồn cung cấp là nguồn một chiều có điện áp 24V.



Hình 4.12 Sơ đồ mạch điện nguồn cung cấp

### 4.3. Phân loại các phương pháp điều khiển

#### 4.3.1. Cách biểu diễn sơ đồ hệ thống

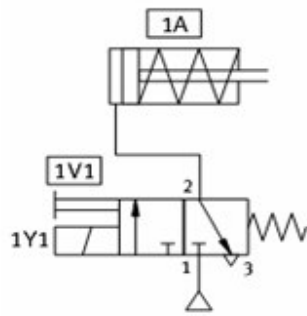


Hình 4.13 Sơ đồ cấu trúc điều khiển điện – khí nén

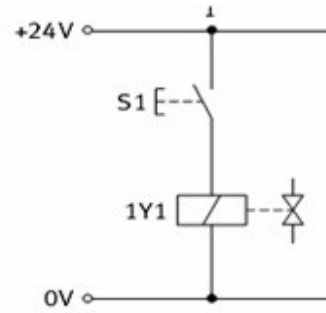
Hình 4.13 mô tả sơ đồ hệ thống điều khiển điện – khí nén. Trong đó, phần mạch lực khí nén: thường bao gồm mạch cung cấp, đảo chiều và khống chế lưu lượng khí nén cho cơ cấu chấp hành, được thiết kế tương tự như hệ thống điều khiển bằng khí nén. Còn đối với mạch điều khiển được quy ước vẽ từ trên xuống theo thứ tự: lớp đưa tín hiệu vào; lớp xử lý tín hiệu và dưới cùng là lớp tín hiệu ra (các cuộn dây điện từ của van đảo chiều).

#### 4.3.2. Điều khiển trực tiếp

Khi ấn nút S1, dòng điện chảy trực tiếp qua cuộn dây điện từ 1Y1 của van, tác dụng điện - từ làm chuyển mạch van khí nén 1V1, nguồn khí nén chảy từ 1 qua 2 cung cấp cho xilanh 1A. Khi thôi ấn nút S1, dòng điện qua 1Y1 không tồn tại, van 1V1 trở về trạng thái ban đầu (Hình 4.14).



a) Mạch khí nén

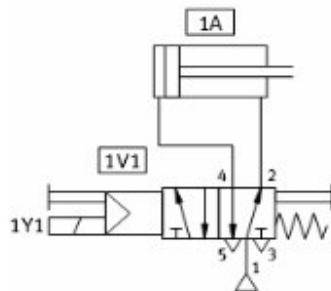


b) Mạch điện

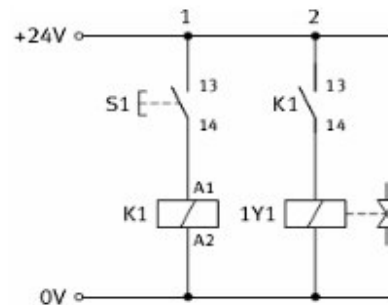
Hình 4.14 Mạch điều khiển điện – khí nén (trực tiếp)

### 4.3.3. Mạch điều khiển gián tiếp

Khi ấn nút S1, dòng điện chảy trực tiếp qua cuộn dây điện từ của rơle K1, làm tiếp điểm thường mở K1 đóng lại, dòng điện chạy trực tiếp qua cuộn dây điện từ 1Y1 của van, tác dụng điện - từ làm chuyển mạch van khí nén 1V1, nguồn khí nén chảy từ 1 qua 4 cung cấp cho xilanh 1A. Khi thôi ấn nút S1, dòng điện qua rơle K1 không tồn tại, dẫn đến dòng điện qua 1Y1 không tồn tại, van 1V1 trở về trạng thái ban đầu (Hình 4.14).



a) Mạch khí nén

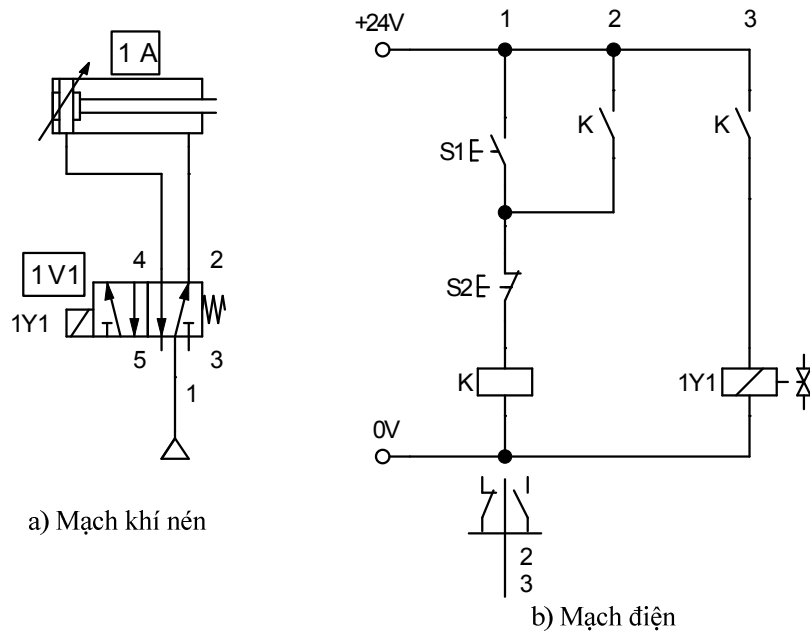


b) Mạch điện

Hình 4.15 Mạch điều khiển điện – khí nén (gián tiếp)

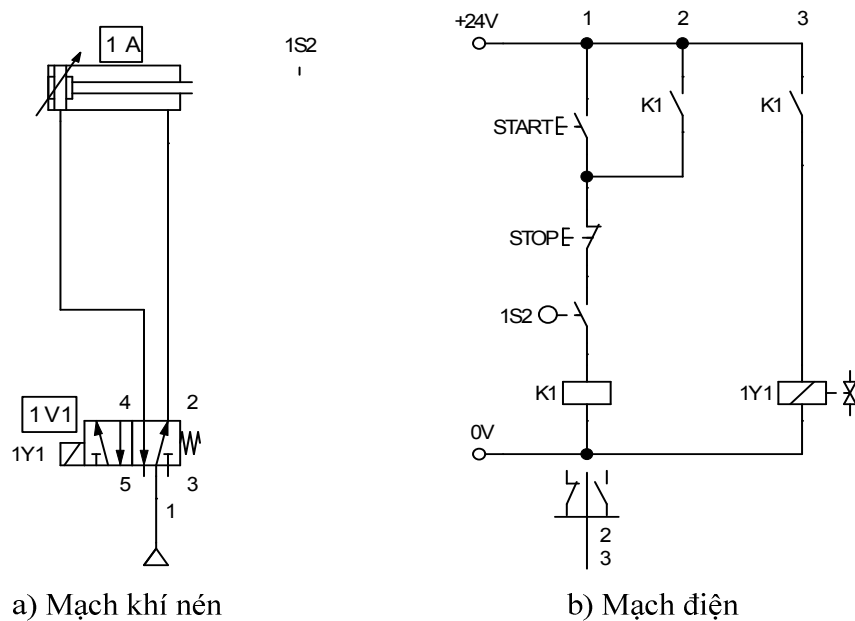
### 4.3.3. Điều khiển tự duy trì





Hình 4.16 Mạch điều khiển tự duy trì

#### 4.3.4. Điều khiển tuần tự theo hành trình



Hình 4.17 Mạch điều khiển tuần tự theo hành trình

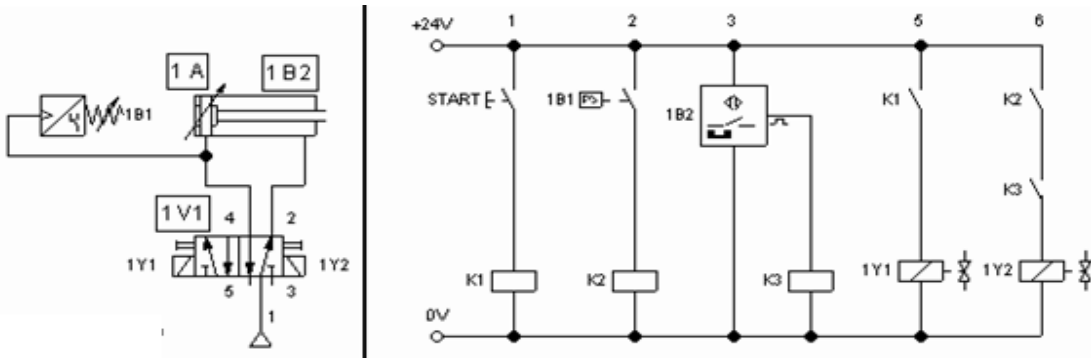
Ấn nút khởi động (START), rơle K1 tác động và tự duy trì bằng tiếp điểm K1 (cột 2); tiếp điểm

thường mở K1 (cột 3) đóng lại cấp nguồn cho cuộn dây điện từ 1Y1 để mở van đảo chiều 1V1, khí nén qua van 1V1 đẩy cần piston đi ra. Khi ra đến vị trí mong muốn (nơi đặt công tắc hành trình 1S2), 1S2 bị tác động, tiếp điểm 1S2 trong mạch điều khiển ngắt mạch của K1, van 1V1 trở về trạng thái ban đầu, khí nén qua van 1V1 đẩy cần piston lùi về. Mạch điều khiển cũng cho phép đưa cần piston lùi về từ bất kì vị trí nào khi ấn nút STOP.

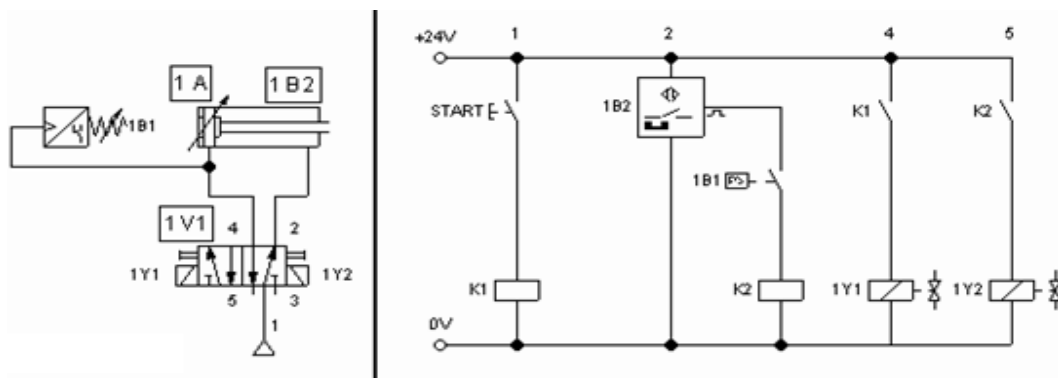
#### **4.3.5. Điều khiển tuần tự theo hành trình và áp suất**

Mạch điều khiển hình 4.18a được thiết kế với các chú ý sau đây:

- Do van 1V1 là van 5/2 –xung nên không cần thiết phải dùng mạch tự duy trì;
- 1B1 là công tắc chuyển đổi áp suất - điện: gồm mạch khí nén nối vào đường ống cung cấp khí nén cho xilanh và mạch điện nối trong mạch điều khiển;
- Công tắc 1B2 là công tắc từ tiệm cận;
- Các công tắc 1B1 và 1B2 hoặc phải nhờ hai rơle K2 và K3 làm trung gian (như trong hình 4.18a) hoặc nối nối tiếp qua K2 như trong hình 4.18b để thỏa mãn điều kiện: piston chỉ được điều khiển lùi về khi thỏa mãn đồng thời hai yếu tố vừa đạt áp suất nén cần thiết (quy định bởi 1B1) vừa đạt hành trình quy định bởi 1B2.



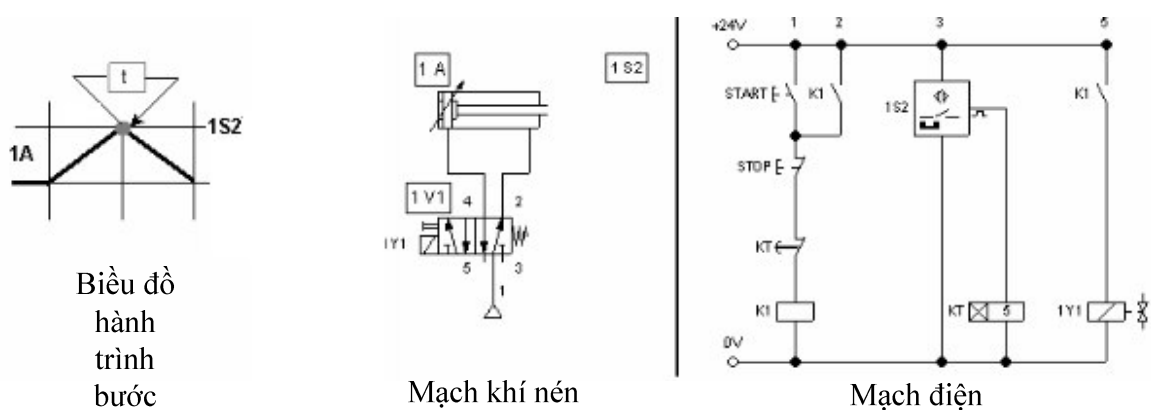
a)



b)

Hình 4.18. Điều khiển tuần tự theo hành trình và áp suất

#### 4.3.6. Điều khiển tuần tự theo hành trình và thời gian



Hình 4.19 Điều khiển tuần tự theo hành trình và thời gian

Hình 4.19 trình bày sơ đồ điều khiển hệ thống, ví dụ như có yêu cầu khi cần piston ra hết hành trình, cần thiết phải lưu lại một thời gian nào đó rồi tự động lùi về. Vì trong truyền động khí nén, tốc độ cơ cấu chấp hành thường phụ thuộc vào nhiều yếu tố và vì vậy khó duy trì ổn định nên thường áp dụng điều khiển theo thời gian tại các điểm dừng.

#### 4.3.7. Điều khiển theo cấu trúc tầng điện

Phương pháp thiết kế mạch điều khiển điện-khí nén theo tầng cũng được xây dựng dựa trên những nguyên tắc đã nêu như đối với thiết kế điều khiển bằng khí nén theo tầng. Cấu trúc mạch hệ thống được chia thành hai phần cơ bản: mạch hệ thống

khí nén và mạch điều khiển (như đã trình bày trên hình 4.20). Thiết kế cấu trúc điều khiển theo tầng được thực hiện trong mạch điện, vì vậy các phần tử chuyển đổi tầng sẽ là các role điện từ và các tín hiệu điều khiển dạng số là những tín hiệu điện áp hay dòng điện. Tuy nhiên hoàn toàn có thể áp dụng cho các công cụ lập trình khác như PLC hay vi điều khiển.

Cụ thể, có thể tóm tắt lại các bước như sau:

Bước 1: Lập sơ đồ hành trình bước

Bước 2: Phân chia tầng

Bước 3: Lập bảng hệ điều kiện

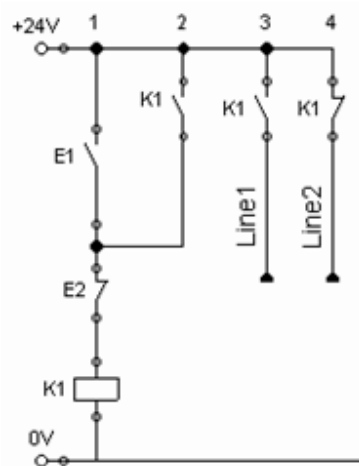
Bước 4: Cách tạo các tầng trong điều khiển bằng khí nén

Để tạo ra 2 tầng điện người ta sử dụng một role điều khiển.

Phần tử chuyển tầng là các role điện từ, số role điện từ dành cho chuyển tầng bằng  $n-1$  ( $n$ : số tầng).

- Số tín hiệu chuyển tầng bằng số tầng.

- Các tín hiệu còn lại không tham gia chuyển tầng sẽ nằm trong tầng và dùng để điều khiển trực tiếp van đảo chiều trong bước thực hiện.

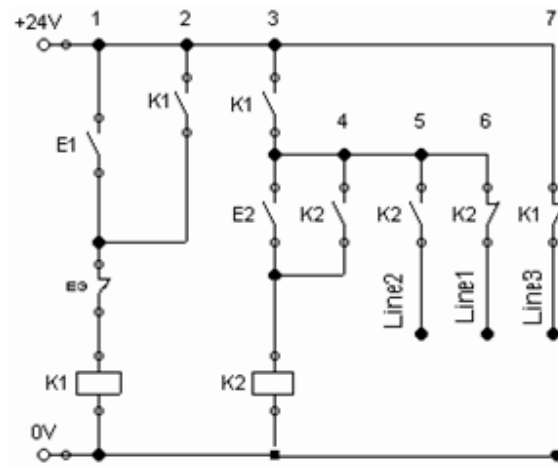


Hình 4.20 Hai tầng điều khiển bằng điện

Hình 4.20 biểu diễn mạch điều khiển 2 tầng (Line1, Line 2). Role K1 làm

nhiệm vụ chuyển tầng; Các tín hiệu chuyển tầng gồm E1 thiết lập tầng 1; E2 dành thiết lập tầng 2.

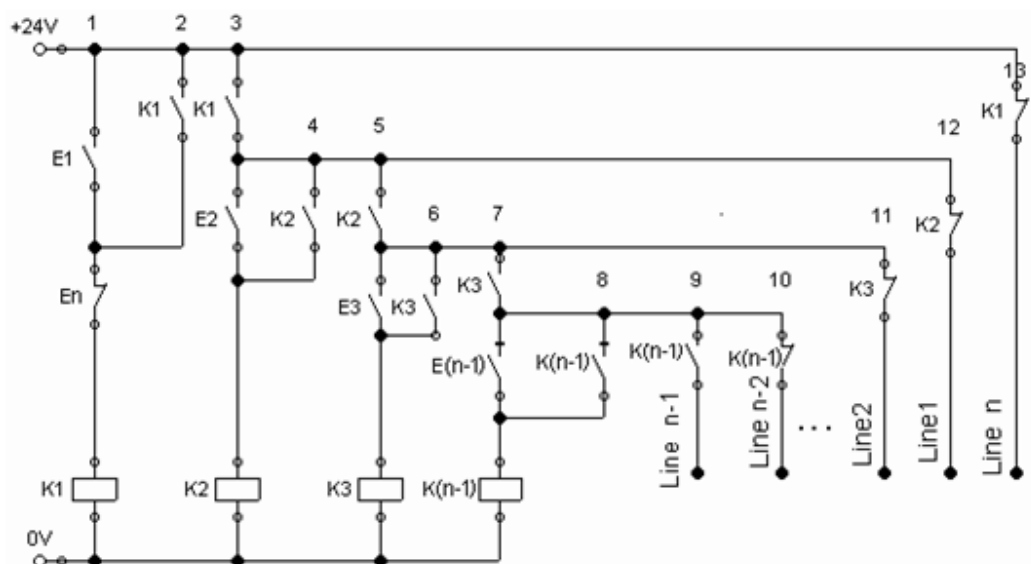
Để tạo ra 3 tầng điện người ta sử dụng hai rơle điều khiển.



Hình 4.21 Ba tầng điều khiển bằng điện

Hình 4.21 biểu diễn mạch điều khiển 3 tầng (Line 1, Line 2 và Line 3). Các rơle K1, K2 làm nhiệm vụ chuyển tầng; Các tín hiệu chuyển tầng: E1 thiết lập tầng 1; E2 thiết lập tầng 2 và E3 thiết lập tầng 3.

Để tạo ra n tầng người ta sử dụng n-1 rơle điều khiển.

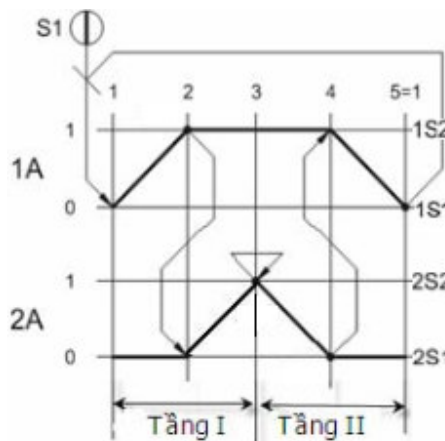


Hình 4.22 n tầng điều khiển bằng điện

Như vậy số role điều khiển tầng ít hơn số tầng một đơn vị, do đó khi chia tầng cần phải chia sao cho số tầng thu được là ít nhất mà vẫn đảm bảo yêu cầu công nghệ, khi đó vừa giảm kinh phí đầu tư cho thiết bị cũng như tính phức tạp của mạch điều khiển.

**Các ví dụ:**

1. Thiết kế theo tầng điện - khí nén cho hệ thống hai xilanh hoạt động theo biểu đồ hành trình bước như hình vẽ.



Hình 4.23 Biểu đồ hành trình bước

Giải:

Bước 1: Chia tầng. Từ biểu đồ hành trình bước đã cho ta chia thành 2 tầng (hình 4.23).

Bước 2: Tìm tín hiệu logic đầu vào – ra.

\* Tín hiệu logic đầu vào: Ta có 2 tín hiệu đầu vào là E1 và E2.

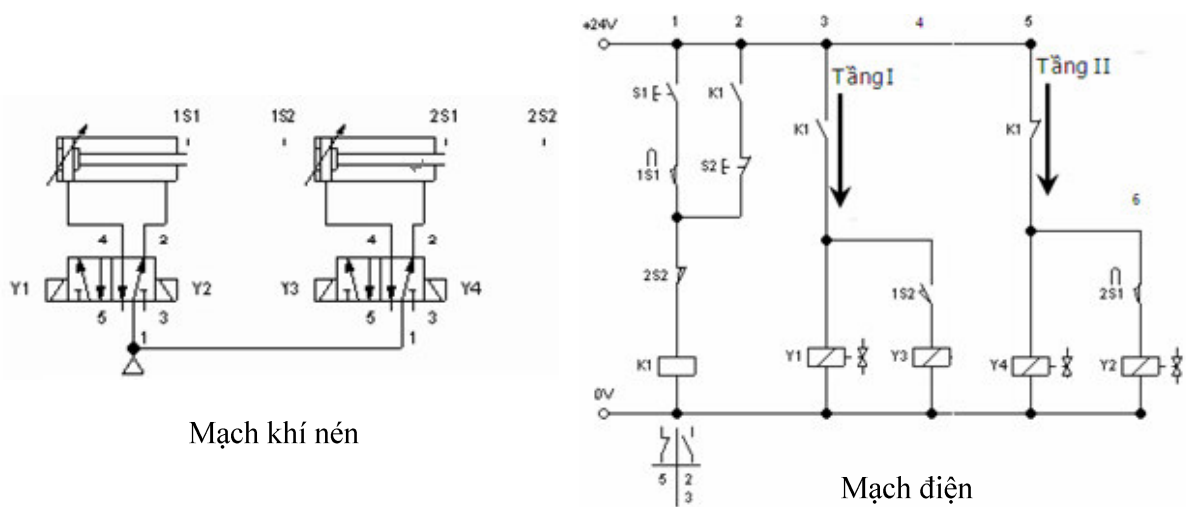
$$E1 = S1 \wedge 1S1; \quad E2 = \overline{2S2}$$

\* Tín hiệu logic đầu ra. Hai xilanh 1A và 2A ta lựa chọn là xilanh tác dụng kép, điều khiển 2 xilanh là 2 van đảo chiều 5/2 điều khiển 2 phía bằng điện từ. Ta có 4 tín hiệu đầu ra Y1, Y2, Y3, Y4.

$$Y1 = L1; \quad Y2 = L2 \wedge 2S1;$$

$$Y3 = L1 \wedge 1S2; \quad Y4 = L2.$$

Bước 3: Vẽ mạch điều khiển (hình 4.24).



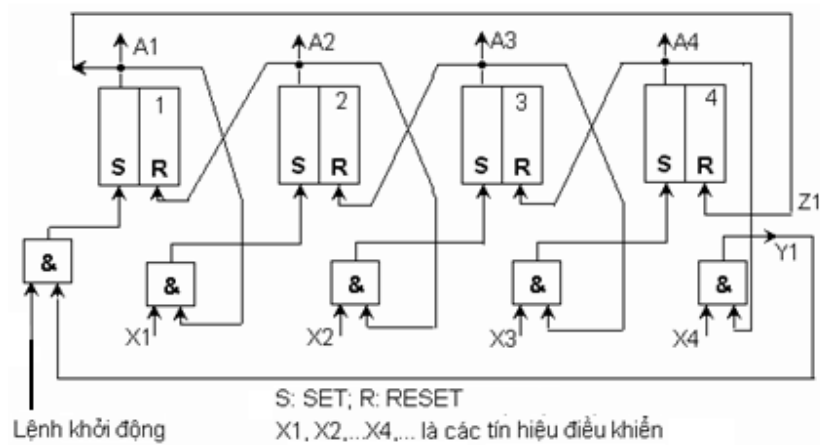
Hình 4.24 Mạch điều khiển điện – khí nén

#### 4.3.8. Điều khiển theo cấu trúc nhịp

Nguyên tắc thực hiện của điều khiển theo nhịp là các bước thực hiện lệnh xảy ra tuần tự. Có nghĩa là khi các lệnh trong một nhịp thực hiện xong, thì sẽ thông báo cho nhịp tiếp theo, đồng thời sẽ xoá lệnh nhịp thực hiện trước đó.

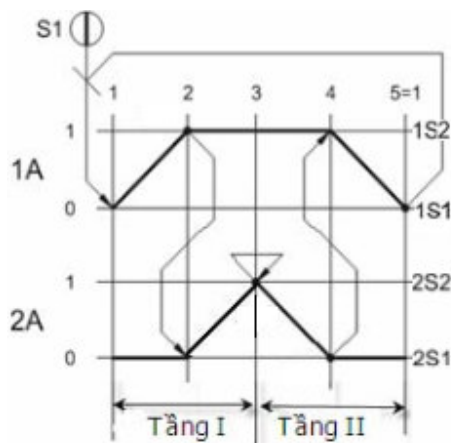
1. Chuẩn bị cho nhịp tiếp theo;
2. Xoá các lệnh của nhịp trước đó;
3. Thực hiện lệnh của tín hiệu điều khiển;

Hình 4.25 biểu diễn chuỗi điều khiển gồm 4 nhịp thực hiện theo nguyên tắc trên. Các tín hiệu điều khiển A1...A4 được thiết lập sẽ đảm nhiệm 3 nhiệm vụ, ví dụ như A1: điều khiển van đảo chiều nào đó; xoá trạng thái của nhịp thứ 4 bằng tín hiệu Z1; chuẩn bị thiết lập nhịp thứ 2 khi có tín hiệu điều khiển X1.



Hình 4.25 Mạch logic của chuỗi điều khiển nhịp theo DIN 40 700

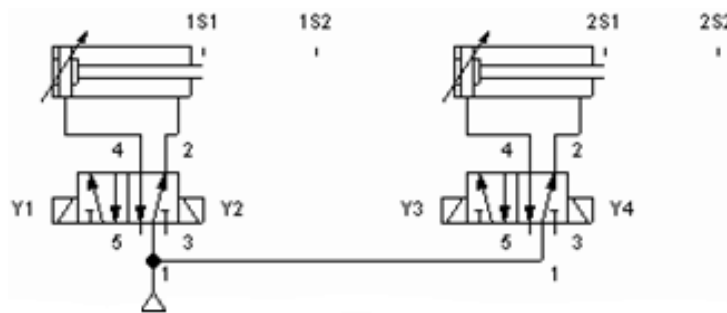
Ví dụ 1: Thiết bị khoan có biểu đồ hành trình bước cho trên hình 4.26. Hãy thiết kế mạch điều khiển theo cấu trúc nhịp.



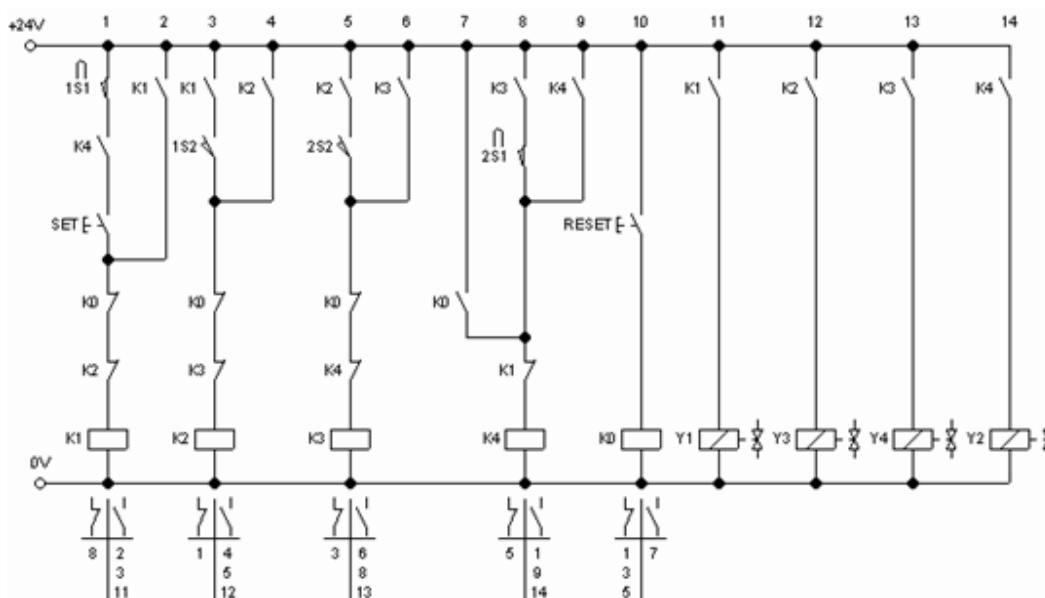
Hình 4.26 Biểu đồ hành trình bước

Giải:



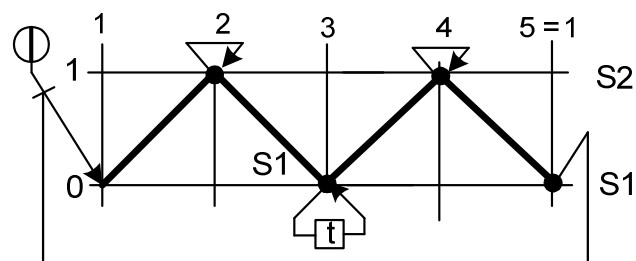


Hình 4.27 Mạch khí nén



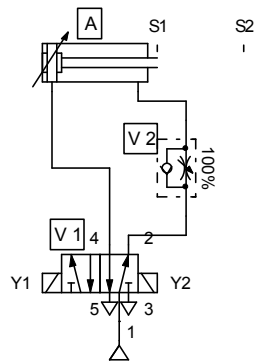
Hình 4.28 Mạch điện

Ví dụ 2: Cho biểu đồ hành trình bước như trên hình 4.29. Hãy thiết kế mạch điều khiển theo cấu trúc nhịp.

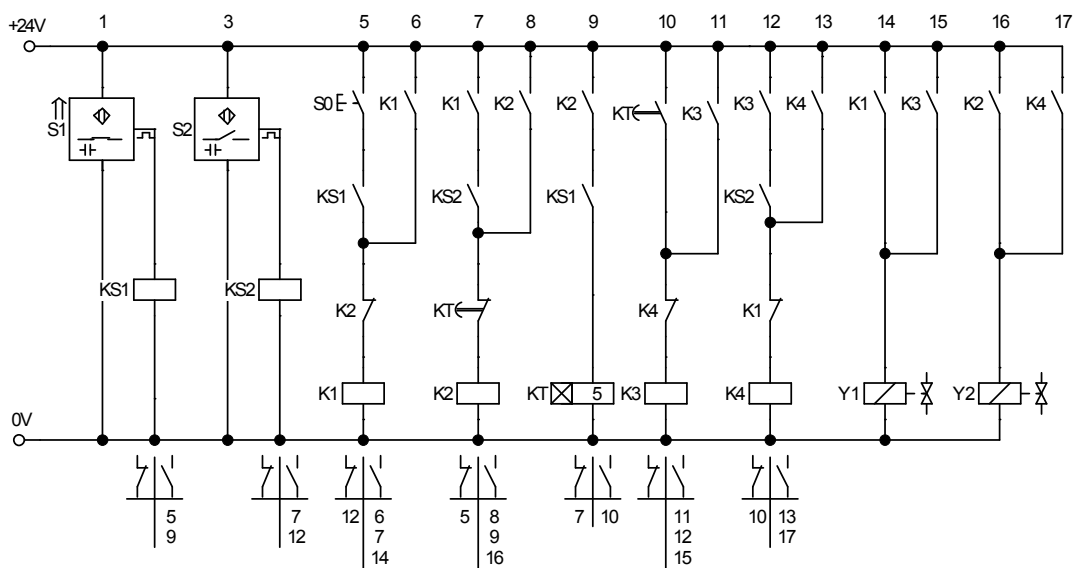


Hình 4.29 Biểu đồ hành trình bước

Giải:



Hình 4.30 Mạch khí nén



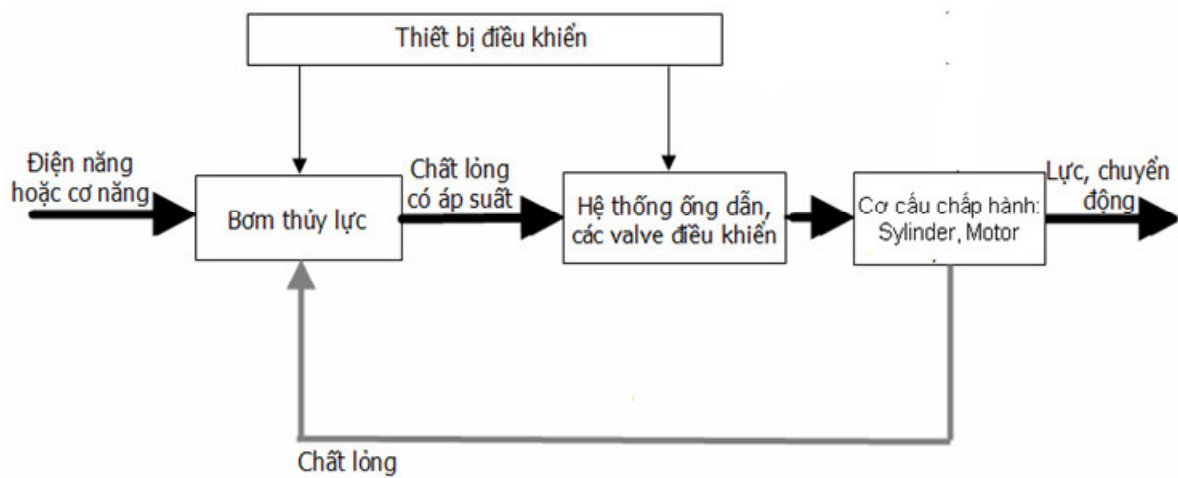
Hình 4.31 Mạch điện

**Chương 5. HỆ THỐNG THỦY LỰC**

**5.1. Tổng quan về hệ thống thủy lực**

Hệ thống thủy lực (Hydraulic systems) được sử dụng nhiều trong ngành chế tạo máy hiện đại và trong công nghiệp lắp ráp. Ngoài ra, công nghệ thủy lực còn được ứng dụng trong một số lĩnh vực đặc biệt khác như hàng hải, khai thác hầm mỏ, hàng không...

Trong hệ thống thủy lực, chất lỏng có áp suất đóng vai trò trung gian truyền lực và chuyển động cho máy công nghệ. Quá trình biến đổi và truyền tải năng lượng được mô tả trên hình 5.1.



Hình 5.1 Quá trình biến đổi và truyền tải năng lượng trong hệ thống điều khiển thủy lực

Các ứng dụng cơ bản của thủy lực có thể chia thành hai lĩnh vực chính:

- Thiết bị thủy lực tự hành (Mobile hydraulics): di chuyển bằng bánh xe hoặc đường ray. Phần lớn trong số này có đặc trưng là thường sử dụng các van được điều khiển bằng tay.

- Thiết bị thủy lực cố định (Stationary hydraulics): làm việc ở một vị trí cố định, do đó thường sử dụng các van điện từ kết hợp với các thiết bị điều khiển điện- điện tử.

\* So sánh công nghệ thủy lực với các dạng khác:

Xét về vai trò tạo ra lực, chuyển động và các tín hiệu, ta so sánh 3 dạng thiết bị truyền động thường sử dụng: điện, khí nén và thủy lực. Có thể tham khảo bảng sau (bảng 5.1).

**Bảng 5.1 So sánh các dạng truyền động**

	<b>Truyền động điện</b>	<b>Truyền động thủy lực</b>	<b>Truyền động khí nén</b>
Vận tốc làm việc	Cao	Khoảng 0,5 m/s	Khoảng 1.5m/s
Giá thành nguồn	Thấp	Cao	Rất cao
	Tỷ lệ: 0.25:1:2.5		
Chuyển động thẳng	Khó, giá thành cao	Đơn giản, lực rất lớn, dễ điều chỉnh tốc độ	Đơn giản, lực giới hạn, tốc độ lớn nhưng phụ thuộc tải trọng
Chuyển động quay	Đơn giản với các dải công suất	Đơn giản, mô men quay lớn, tốc độ thấp	Đơn giản, tốc độ cao nhưng kém hiệu quả
Độ chính xác trong điều khiển vị trí	Độ chính xác đến $\pm 1\mu\text{m}$ và dễ dàng đạt được	Độ chính xác trên $\pm 1\mu\text{m}$ và có thể đạt được phụ thuộc vào chi phí	Khi không tải có thể đạt 1/10 mm
Tính ổn định	Ổn định cao	Cao vì dầu ít chịu nén, hơn nữa do mức áp suất lớn hơn đáng kể so với khí nén	Thấp, không khí có tính đàn hồi
Lực	Có thể thực hiện được lực truyền động rất cao nhưng khả năng quá tải kém	Có khả năng chịu quá tải lớn, hệ thống áp suất lên tới trên 600 bar, lực đạt được tới 3000 kN	Có khả năng chịu quá tải, lực truyền động bị giới hạn bởi khí nén và đường kính xi lanh, thường $F < 30 \text{ kN}$ ở 6 bar

Qua bảng so sánh, có thể tóm tắt các ưu điểm và nhược điểm quan trọng của công nghệ thủy lực:

**Một số ưu điểm quan trọng:**

- Truyền động công suất lớn với các phần tử có kích thước nhỏ;
- Khả năng điều khiển vị trí chính xác;
- Có thể khởi động với tải trọng nặng;
- Hoạt động êm, trơn không phụ thuộc vào tải trọng vì chất lỏng hầu như không chịu nén, thêm vào đó còn sử dụng các van điều khiển lưu lượng;
- Vận hành và đảo chiều êm;

- Điều khiển, điều chỉnh tốt.

**Một số nhược điểm quan trọng:**

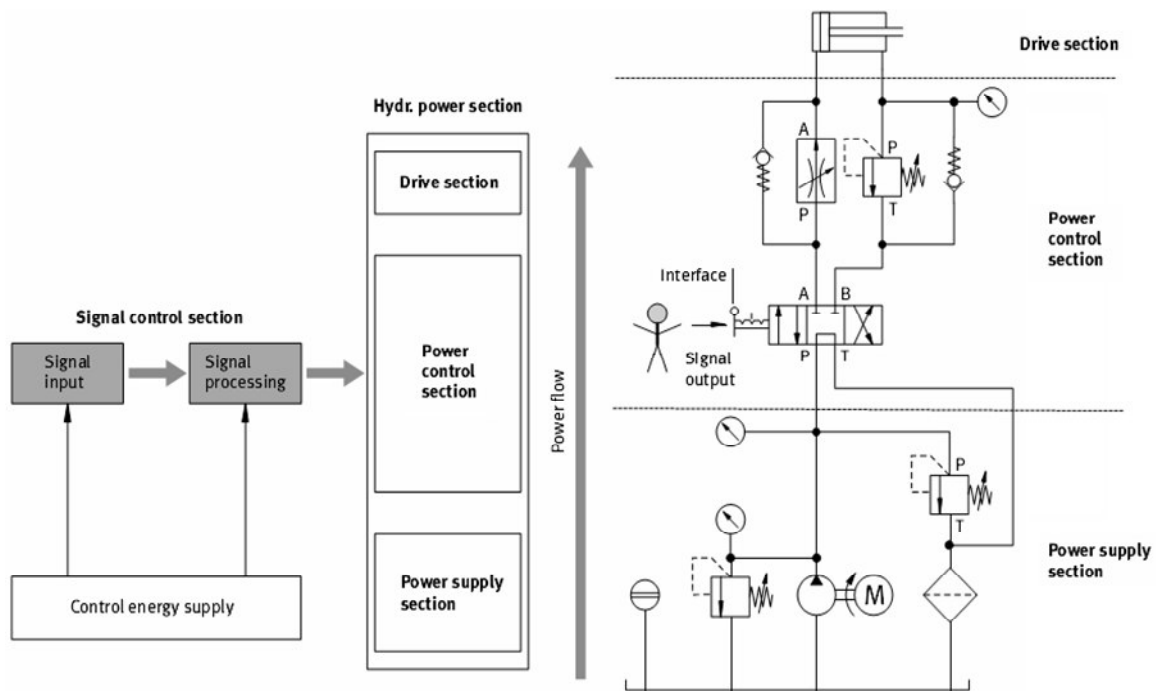
- Có thể gây ồn, ô nhiễm môi trường;
- Nguy hiểm khi gần lửa;
- Nguy hiểm khi áp suất vượt quá mức an toàn (đặc biệt với ống dẫn);
- Hiệu suất thấp.

**5.2. Cấu trúc của hệ thống thủy lực**

Sơ đồ mô tả cấu trúc của một hệ thống thủy lực được biểu diễn trên hình 5.2

Một hệ thống thủy lực có thể được chia ra hai thành phần chính:

- Phần thủy lực;
- Phần tín hiệu điều khiển.



Hình 5.2 Sơ đồ cấu trúc của hệ thống điều khiển thủy lực

**\* Khối nguồn thủy lực (Power supply section):**

Thực chất là một bộ biến đổi năng lượng (Điện - cơ - thủy lực). Khối nguồn thủy lực gồm: Động cơ điện; bơm thủy lực; các van an toàn; bể chứa dầu; cơ cấu chỉ thị áp suất, lưu lượng...

**\* Khối điều khiển (Power control section):**

Trong hệ thống thủy lực, năng lượng được truyền dẫn giữa bơm và cơ cấu chấp hành đảm bảo những giá trị xác định theo yêu cầu công nghệ như lực; mô men; vận tốc hoặc

tốc độ quay. Đồng thời cũng phải tuân thủ những điều kiện vận hành hệ thống. Vì vậy, các van được lắp đặt trên các đường truyền đóng vai trò như những phần tử điều khiển dòng năng lượng.

Ví dụ các van: Van đảo chiều; van tiết lưu; van áp suất; van một chiều...

Các van này có thể có vai trò là phần tử điều khiển hoặc điều chỉnh áp suất hay lưu lượng, và hơn nữa chúng cũng có những đặc điểm chung là gây tổn thất áp suất.

Các cơ cấu chấp hành (drive section) như: các xilanh (cylinders), các động cơ thủy lực (Hydro-motors)

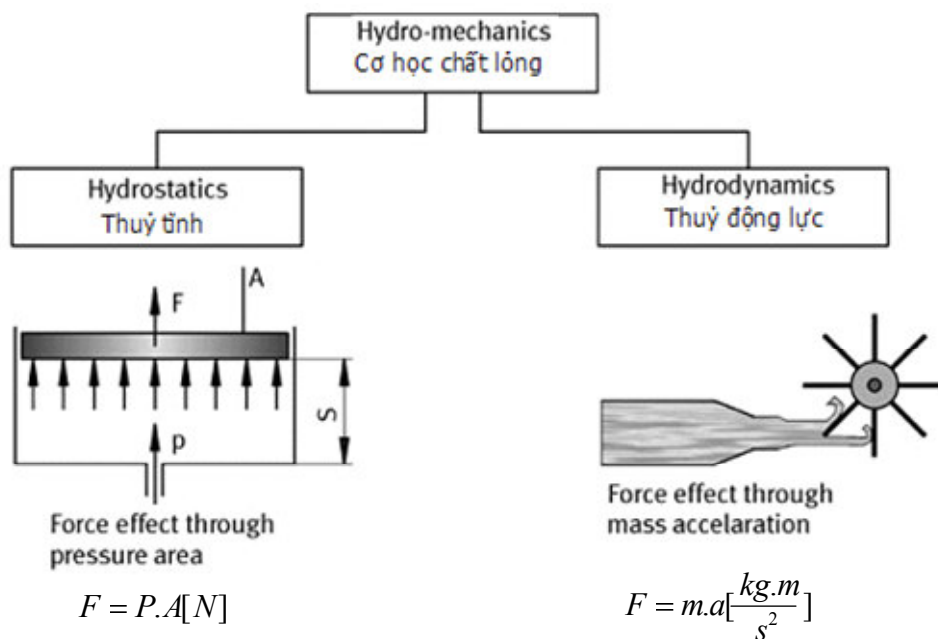
\* **Các phần tử đưa tín hiệu** (signal input): tác động bởi người vận hành (thông qua công tắc, nút ấn, bàn phím...); bởi cơ khí (các công tắc hành trình) và bởi các cảm biến (không tiếp xúc – cảm biến cảm ứng từ, cảm biến từ hóa...). Các tác động xử lý tín hiệu (signal processing) như: người vận hành; điện; điện tử; khí nén, cơ khí ; thủy lực.

### 5.3. Các đại lượng và đơn vị đo lường trong thủy lực

Thủy lực học là khoa học về lực và chuyển động được truyền bởi môi trường chất lỏng. Nó thuộc về lĩnh vực cơ học chất lỏng (hình 5.3).

Sự khác biệt giữa thủy tĩnh – thủy động lực học:

Thủy tĩnh có lực tác dụng bằng áp suất chất lỏng nhân với diện tích tác dụng và thủy động có lực tác dụng bằng khối lượng chất lỏng nhân với gia tốc dòng chảy.



Hình 5.3 Phân loại cơ học chất lỏng

1) Áp suất thủy tĩnh  $P_s$ :

$$P_s = h \cdot \rho \cdot g = [N/m^2] = [Pascal]$$

trong đó:

$P_s$  là áp suất thủy tĩnh (hydrostatics pressure);

$h$  chiều cao cột nước [m];

$\rho$  tỷ khối của chất lỏng [ $kg/m^3$ ];

$g$  gia tốc trọng trường [ $9.8 m/s^2$ ];

Áp suất thủy tĩnh không phụ thuộc vào hình dáng của bình chứa mà chỉ phụ thuộc vào chiều cao cột nước và tỷ khối của chất lỏng.

Trong công nghệ thủy lực, các công thức tính toán và các số liệu kỹ thuật của thiết bị, người ta đều dùng áp suất thủy tĩnh và từ đó gọi tắt là áp suất  $P$ .

Ví dụ về áp suất thủy tĩnh (hình 5.4)

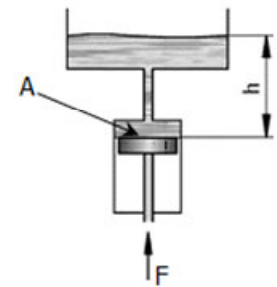
Reservoir:  $h = 15 m$

$$\rho = 1000 kg/m^3$$

$$g = 9.81 m/s^2 = 10 m/s^2$$

$$p_s = h \cdot \rho \cdot g = 15 m \cdot 1000 \frac{kg}{m^3} \cdot 10 \frac{m}{s^2} = 150\,000 \frac{m \cdot kg \cdot m}{m^3 \cdot s^2} = 150\,000 \frac{N}{m^2}$$

$$p_s = 150\,000 Pa = 1,5 bar$$

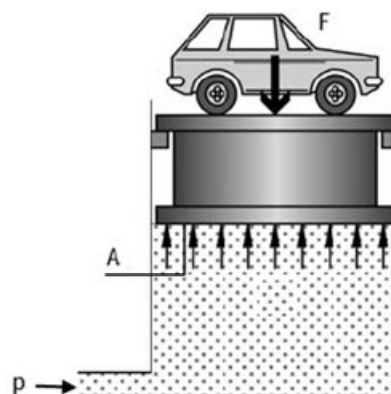


Hình 5.4 Tính áp suất thủy tĩnh

2) Lực

$$Ta\ có: F = P \cdot A [N]$$

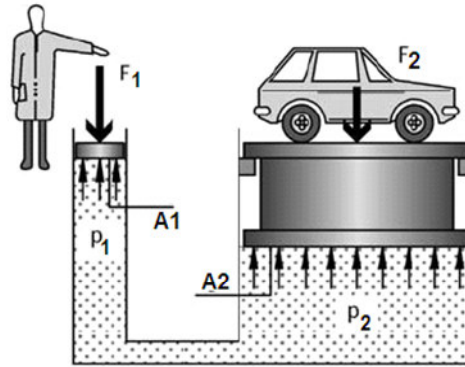
Trên hình 5.5 mô tả quan hệ lực - diện tích và áp suất, ví dụ để nâng chiếc ô tô có trọng lực tương đương 150.000N, người ta sử dụng nguồn thủy lực có  $P = 75bar$ . Vậy piston cần phải có diện tích  $A$  bao nhiêu?



Hình 5.5 Tính diện tích

$$\text{Ta có: } A = \frac{F}{P} = \frac{150000\text{N}}{75.10^5\text{Pa}} = 0,002 \frac{\text{N.m}^2}{\text{N}} = 0,002\text{m}^2 = 20\text{cm}^2.$$

### 3) Truyền lực (Power transmission)



Hình 5.5 Tính lực

Theo định luật Pascal, trong bình kín, áp suất ở mọi điểm có giá trị như nhau; lực tác dụng tỷ lệ thuận với diện tích bề mặt tác dụng theo công thức:

$F = P.A$  [N], không phụ thuộc vào hình dáng của bình chứa.

Trong hình 5.6, ta có  $P_1 = P_2$ . Do đó chỉ cần một lực nhỏ  $F_1$  có thể thực hiện một công việc với lực lớn hơn  $F_2$  thông qua môi trường chất lỏng có áp suất.

Từ các công thức:  $P_1 = F_1/A_1$ ;  $P_2 = F_2/A_2$

suy ra:  $F_1 = (A_1/A_2)F_2$

Hay hệ số khuếch đại lực là:  $A_2/A_1$ .

### 4) Lưu lượng

Trong thủy lực học, lưu lượng chất lỏng được ký hiệu là  $Q$ , được định nghĩa là thể tích chất lỏng chuyển qua một đơn vị diện tích mặt cắt ngang trong một đơn vị thời gian;

$$Q = V/t.$$

$Q$  là lưu lượng [ $\text{m}^3/\text{s}$ ];

$V$  là thể tích [ $\text{m}^3$ ];

$t$  là thời gian.

Người ta thường xét lưu lượng của một bơm dầu thủy lực; dầu chảy trong đường ống dẫn; dầu thủy lực qua các van không chế dòng thủy lực; dầu thủy lực cung cấp cho cơ cấu chấp hành... và được đo bằng lưu lượng kế. Các đơn vị thường dùng là (lít/phút).

### 5) Phương trình dòng chảy liên tục

$$Q = A.v.$$

$Q$  = Lưu lượng [ $\text{m}^3/\text{s}$ ];



$v$  là tốc độ dòng chảy [m/s];

$A$  là tiết diện ngang [ $m^2$ ].

Đối với dòng chảy liên tục, ta còn có:  $A_1.v_1 = A_2.v_2 = \text{const}$ ;

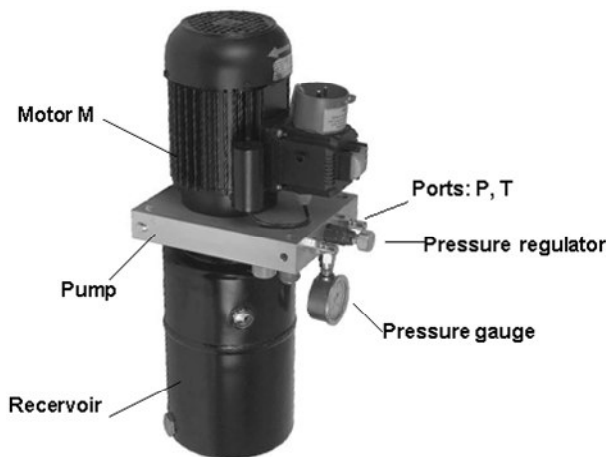
Hoặc  $A = Q/v$  hay  $v = Q/A$ .

#### 5.4. Khối nguồn thủy lực

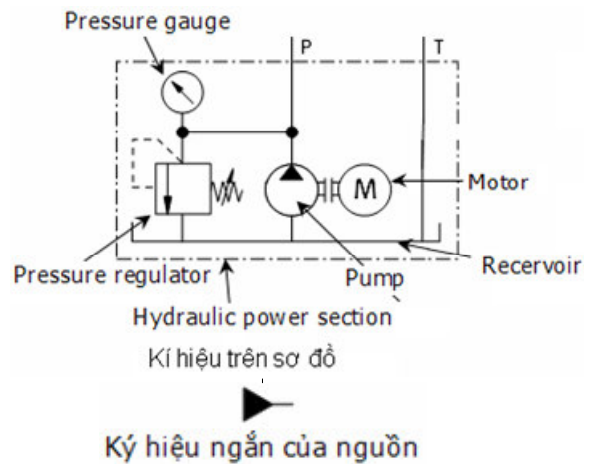
Một khối nguồn đơn giản nhất (hình 5.6) bao gồm:

- Bơm thủy lực (Pump) được truyền động bởi động cơ điện M;
- Bộ điều chỉnh áp suất (Pressure regulator) nhằm bảo vệ bơm;
- Dụng cụ chỉ thị các thông số, ví dụ chỉ thị áp suất (Pressure gauge);
- Thùng chứa dầu (recervoir);
- Cổng ra P; cổng hồi dầu T.

Ngoài ra, một khối nguồn tiêu chuẩn còn có các phần tử khác, như các bộ lọc dầu, bộ làm mát dầu, khâu kiểm tra dầu tràn, kiểm tra nhiệt độ dầu...



Cấu tạo



Ký hiệu ngăn của nguồn

Kí hiệu

Hình 5.6 Khối nguồn thủy lực

Một điểm khác với hệ thống khí nén là trong hệ thống thủy lực, dầu thủy lực hầu như không chịu nén nên việc sử dụng bình tích áp ít hiệu quả, vì vậy trong mỗi hệ thống thủy lực sẽ thường bao gồm ít nhất một bộ nguồn thủy lực và khi vận hành hệ thống thủy lực thì cũng chính là phải vận hành bơm thủy lực.

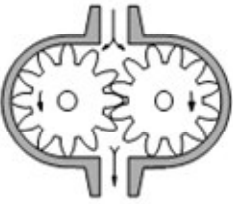

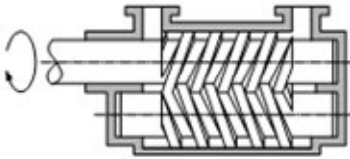
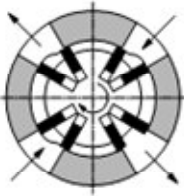
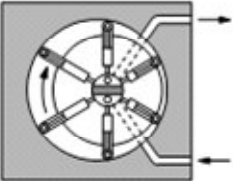
#### Bơm thủy lực (Pump).

Nguyên lý chung: thực hiện biến đổi cơ năng thành năng lượng thủy lực. Dầu thủy

lực trong bể chứa được bơm hút và tải vào buồng nén. Tại đây, dầu thủy lực có áp suất (tích lũy năng lượng áp suất) được truyền tới các phần tử trong hệ thống với vai trò tạo nên các chuyển động tại cơ cấu chấp hành.

Bảng 5.2 đưa ra một số loại bơm thủy lực kèm theo các thông số cơ bản như: dải tốc độ làm việc, thể tích tính theo hành trình (một vòng quay), áp suất định mức và hiệu suất toàn phần.

Bảng 5.2 Thông số các loại bơm thủy lực

	Types of design	Speed range r.p.m.	Displacement volume (cm <sup>3</sup> )	Nominal pressure (bar)	Total efficiency
	Gear pump, externally toothed (Bơm bánh răng, tiếp xúc ngoài)	500 – 3500	1.2 – 250	63 – 160	0.8 – 0.91
	Gear pump, internally toothed (Bơm bánh răng, tiếp xúc trong)	500 – 3500	4 – 250	160 – 250	0.8 – 0.91
	Screw pump (Bơm trục vít)	500 – 4000	4 – 630	25 – 160	0.7 – 0.84
	Rotary vane pump (Bơm cánh quay)	960 – 3000	5 – 160	100 – 160	0.8 – 0.93
	Radial piston pump (Bơm piston hướng kính)	960 – 3000	5 – 160	160 – 320	0.90

Trong thực tế, các bơm thủy lực được chế tạo theo 3 dạng:

Xét theo thể tích hành trình:

- Bơm có thể tích hành trình cố định (bơm bánh răng trong, ngoài; bơm trục vít...)

- Bơm có thể tích hành trình thay đổi được (các bơm piston hướng kính, hướng trục)
- Bơm có khả năng điều chỉnh nhiều thông số: điều chỉnh áp suất; lưu lượng hoặc công suất...

Ngoài ra, một bơm thủy lực cũng còn được đánh giá qua một số thông số quan trọng khác như:

\* Lưu lượng của bơm.

Ví dụ:

Một bơm bánh răng được truyền động bởi động cơ điện và quay với tốc độ  $n=1450$  vg/phút, thể tích hành trình là  $v=2,8 \text{ cm}^3/\text{vòng}$ . Lưu lượng của bơm sẽ là:

$$Q = n \cdot v = 1450 \cdot 2,8 = 4060 \text{ (cm}^3/\text{phút)} = 4,06 \text{ l/phút.}$$

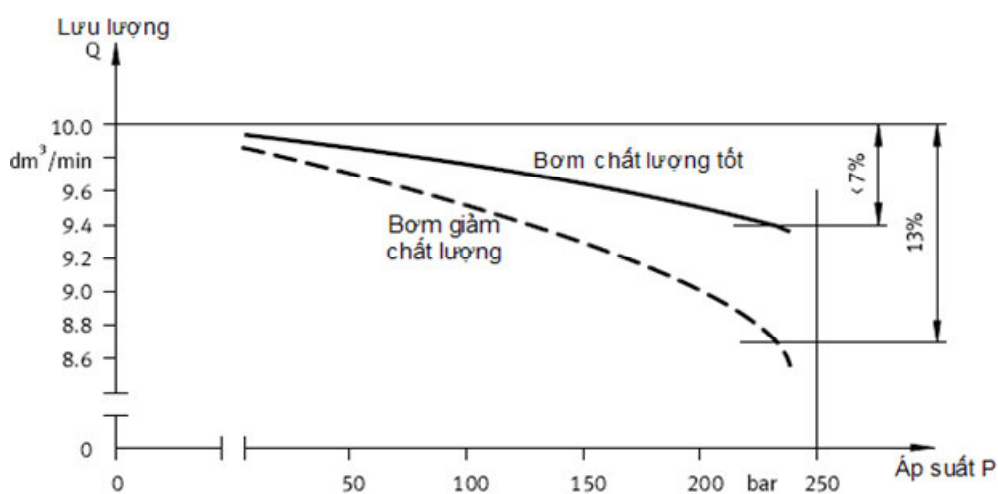
\* Quan hệ giữa lưu lượng và áp suất của bơm (hình 5.7).

Qua đồ thị cho thấy khi áp suất tăng lên, lưu lượng giảm chút ít (do rò rỉ dầu). Với bơm chất lượng tốt thì tỷ lệ dầu rò đến khoảng 6% tại áp suất vận hành 230bar và hiệu suất tương ứng tính cho lưu lượng là:

$$\eta_Q = \frac{9,4 \text{ dm}^3 / \text{min}}{10 \text{ dm}^3 / \text{min}} = 0,94.$$

Với bơm chất lượng kém: tỷ lệ dầu rò đến khoảng 13% tại áp suất vận hành 230bar và hiệu suất tương ứng tính cho lưu lượng là:

$$\eta_Q = \frac{8,7 \text{ dm}^3 / \text{min}}{10 \text{ dm}^3 / \text{min}} = 0,87.$$

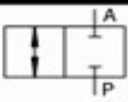
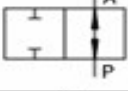

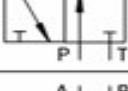

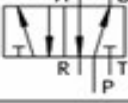
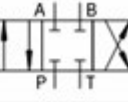
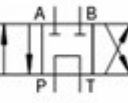
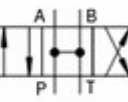
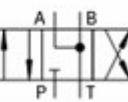
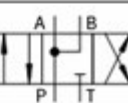


Hình 5.7 Quan hệ giữa lưu lượng và áp suất của bơm

5.5. Các van điều khiển đảo chiều (Directional control valve)

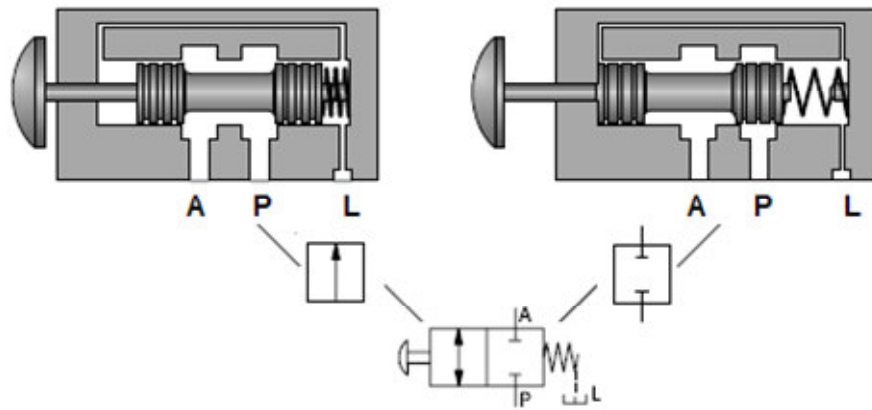
5.5.1. Ký hiệu chung

Bảng 5.3 Ký hiệu các loại van đảo chiều

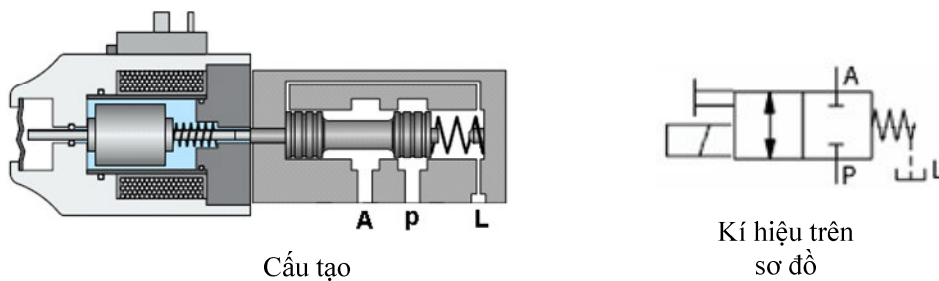
2/2-WV	Normal position "closed" (P, A)	
	Normal position "flow" (P → A)	
3/2-WV	Normal position "closed" (P, T → A)	
	Normal position "flow" (P → A, T)	
4/2-WV	Normal position "flow" (P → B, A → T)	
5/2-WV	Normal position "flow" (A → R, P → B, T)	
4/3-WV	Mid position "closed" (P, A, B, T)	
4/3-WV	Mid position "Pump re-circulating" (P → T, A, B)	
4/3-WV	"H" mid position (P → A → B → T)	
4/3-WV	Mid position "working lines de-pressurised" (P, A → B → T)	
4/3-WV	Mid position "By-pass" (P → A → B, T)	

5.5.2. Các Van điều khiển đảo chiều

1) Van 2/2



Hình 5.8 Cấu tạo, kí hiệu nút nhấn 2/2

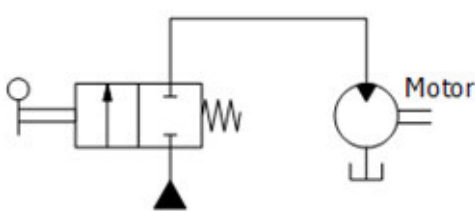


Cấu tạo

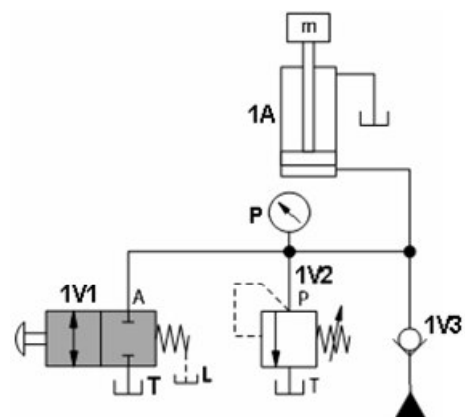
Kí hiệu trên sơ đồ

Hình 5.9 Van đảo chiều 2/2 điều khiển một phía bằng điện

\* Một số ví dụ ứng dụng của van đảo chiều 2/2 ( hình 5.10).



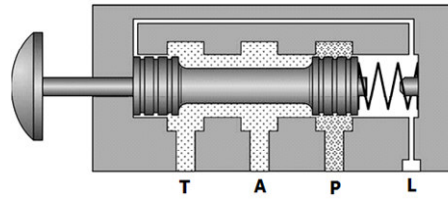
a) Điều khiển động cơ thủy lực một chiều



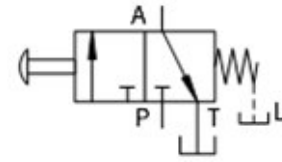
b) Điều khiển nâng tải trọng

Hình 5.10 Một số ví dụ ứng dụng của van đảo chiều 2/2

2) Van 3/2

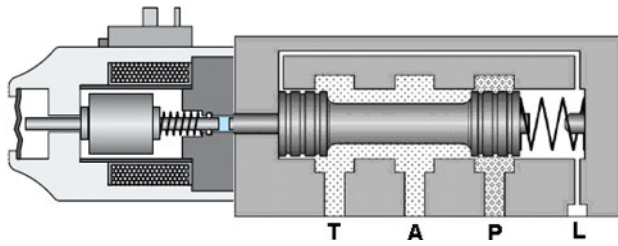


Cấu tạo

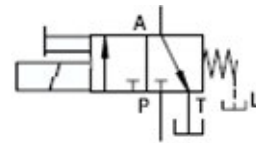


Kí hiệu trên sơ đồ

Hình 5.11 Nút nhấn 3/2



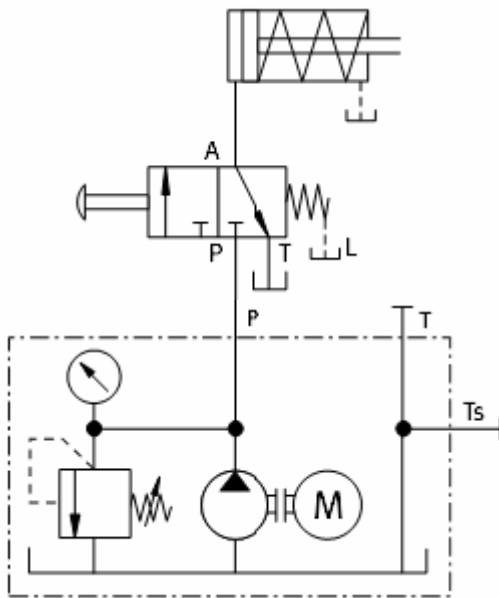
Cấu tạo



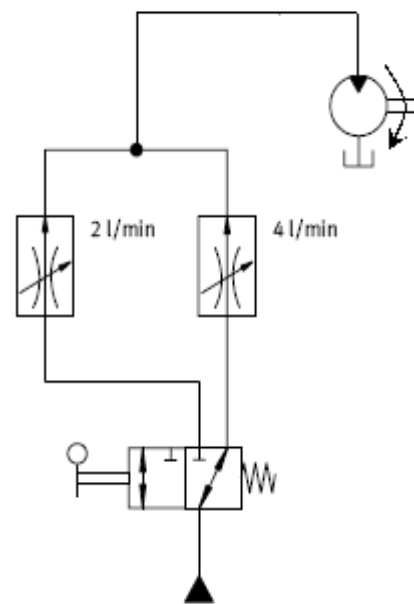
Kí hiệu trên sơ đồ

Hình 5.12 Van đảo chiều 3/2 điều khiển một phía bằng điện

\* Một số ví dụ mạch ứng dụng van 3/2.



a) Điều khiển xilanh tác dụng đơn

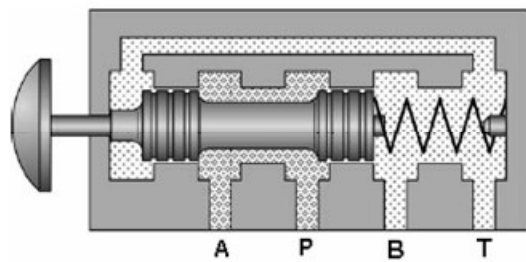


b) Điều khiển tốc độ động cơ

Hình 5.13 Một số ví dụ ứng dụng của van đảo chiều 3/2

3) Van 4/2

Hình 5.14 và hình 5.15 biểu diễn van 4/2 điều khiển bằng tay (nút nhấn) và bằng điện từ.

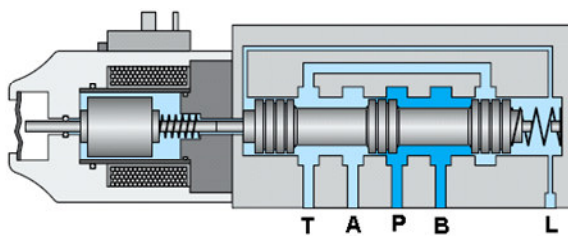


a) Cấu tạo

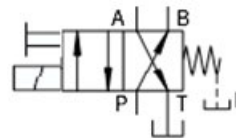


b) Hình dạng bên ngoài

Hình 5.14 Nút nhấn 4/2



Cấu tạo



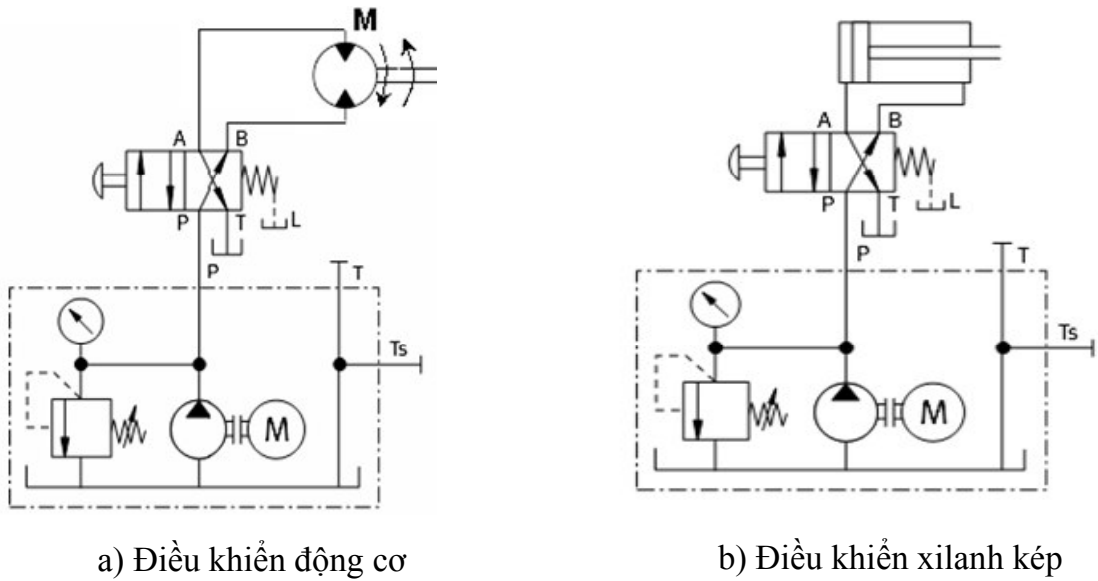
Kí hiệu trên sơ đồ

Hình 5.15 Van đảo chiều 4/2 điều khiển một phía bằng điện từ

Van 4/2 thường ứng dụng trong một số trường hợp sau:

- Điều khiển xilanh tác dụng kép;
- Điều khiển động cơ;
- Phân phối nguồn cho hai mạch.

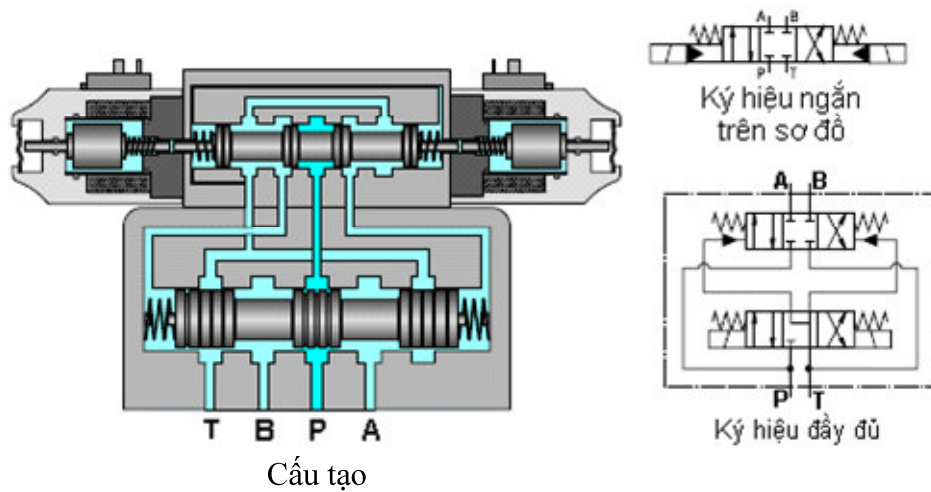
\* Một số ứng dụng của van 4/2.



Hình 5.16 Một số ví dụ ứng dụng của van đảo chiều 4/2

#### 4) Van 4/3

Van đảo chiều 4/3 điều khiển gián tiếp hai phía bằng điện từ (hình 5.17)

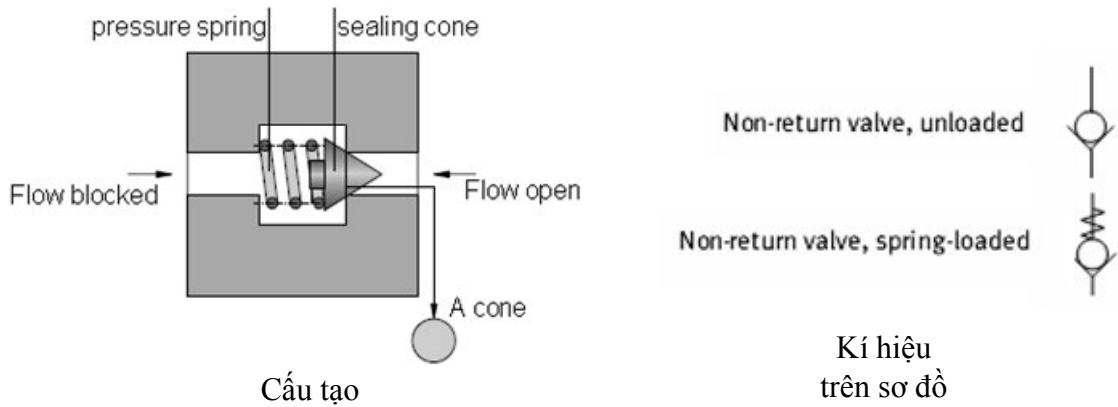


Hình 5.17 Van đảo chiều 4/3 điều khiển gián tiếp hai phía bằng điện từ

### 5.6. Các van một chiều (Non-return valves)

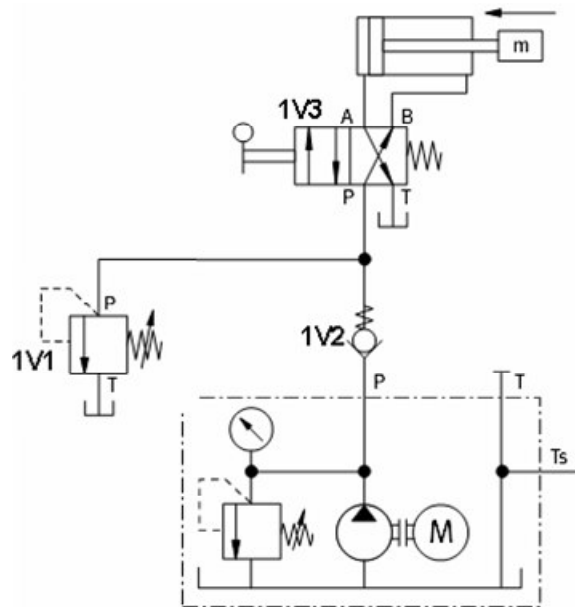
#### 5.6.1. Van một chiều không điều khiển





Hình 5.18 Van một chiều không điều khiển

Ứng dụng: trong hệ thống thủy lực, van một chiều được sử dụng để bảo vệ bơm (pump protection). Hình 5.19, khi động cơ điện M được ngắt mạch hoặc khi xuất hiện các xung nhọn áp suất do tải trọng, tải áp suất không tác dụng ngược lại bơm mà thoát qua van tràn 1V1.

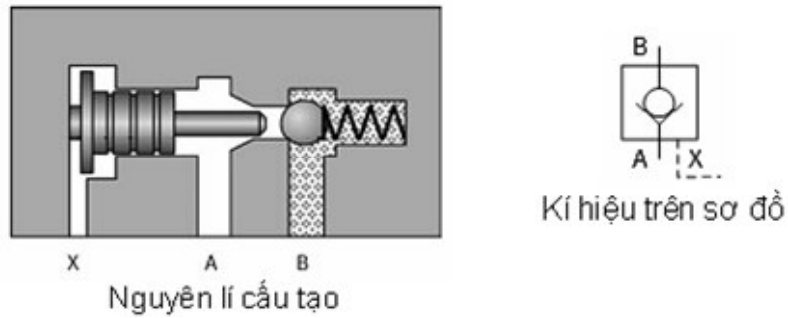


Hình 5.19 Ứng dụng van một chiều không điều khiển

### 5.6.2. Van một chiều có điều khiển

Có hai loại van một chiều kiểu này:

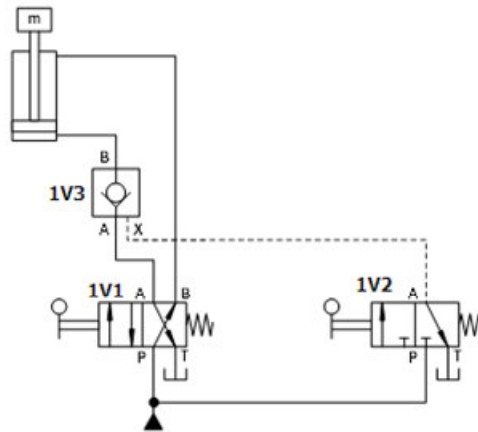
- Van một chiều có điều khiển mở dòng ngược



Hình 5.20 Van một chiều có điều khiển mở dòng ngược

Theo chức năng thông thường của van một chiều, dòng thuận chỉ chảy từ A → B. Tuy nhiên, ở van loại này khi có tín hiệu điều khiển X (bằng thủy lực hoặc khí nén), dòng ngược có thể chảy từ B → A.

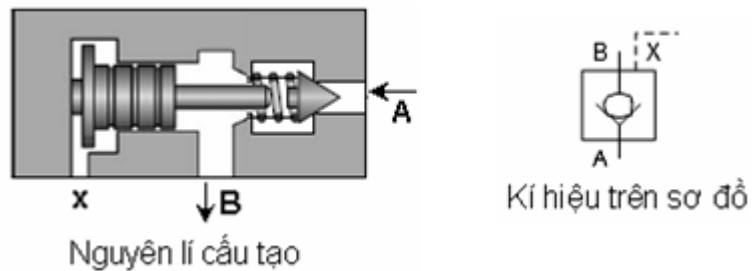
Ví dụ ứng dụng:



Hình 5.21 Ứng dụng van một chiều có điều khiển mở dòng ngược

Khi hạ tải trọng m, người ta cần phải điều khiển van một chiều 1V3 thông qua 1V2.

- Van một chiều có điều khiển khóa dòng thuận



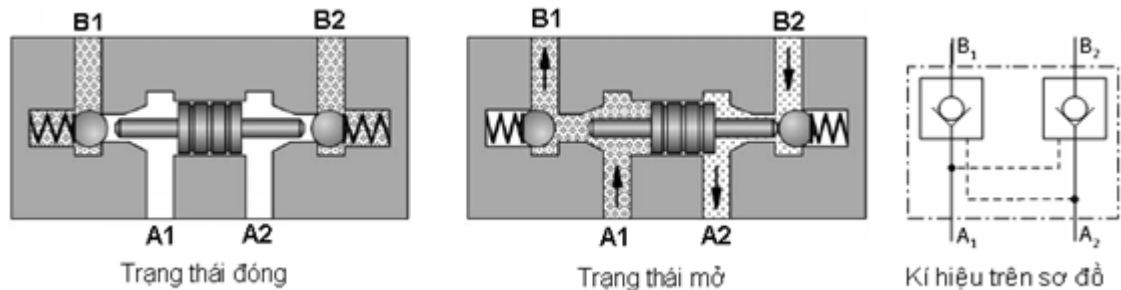
Hình 5.21 Van một chiều có điều khiển khóa dòng thuận

Thông thường dòng thủy lực có thể chảy theo chiều thuận từ A → B, tuy nhiên khi

có tín hiệu điều khiển X, chiều thuận cũng sẽ được khóa.

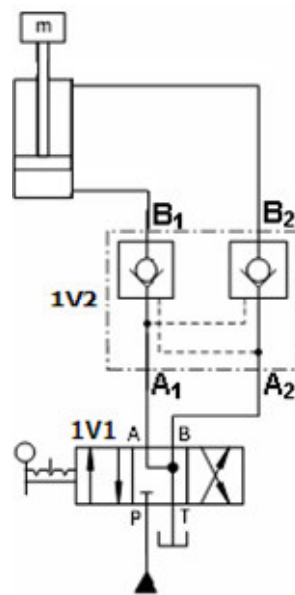
### 5.6.3. Van một chiều kép có điều khiển (Piloted double non- return valve)

Tổ hợp hai van một chiều có điều khiển thành một van (gọi là van một chiều kép có điều khiển) được biểu diễn trên hình 5.22.



Hình 5.22 Van một chiều kép có điều khiển

\* Ứng dụng van một chiều kép có điều khiển (hình 5.23).



Hình 5.23 Ứng dụng van một chiều kép có điều khiển

Ở trạng thái trung gian của van 4/3, các cổng A,B và do đó A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> cùng được nối với đường hồi nên van 1V2 đóng- trạng thái của xilanh không thay đổi – thực hiện treo tải m.

Giả sử tác động mở van 1V1 về hướng tiếp tục nâng tải trọng m (P → A và B → T) van 1V2 sẽ mở ngay (A<sub>1</sub> → B<sub>1</sub> và B<sub>2</sub> → A<sub>2</sub>) và ngược lại theo hướng hạ tải trọng: 1V2 mở theo: A<sub>2</sub> → B<sub>2</sub> và B<sub>1</sub> → A<sub>1</sub>.

### 5.7. Các van áp suất (Pressure valves)

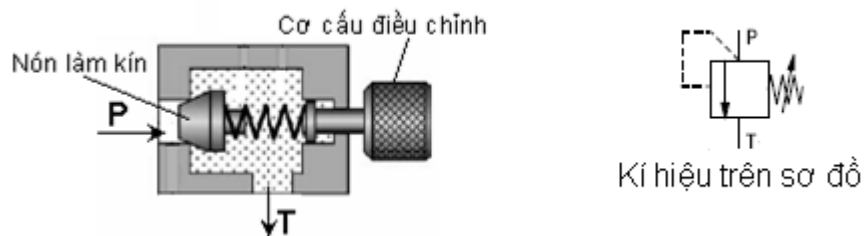
Trong hệ thống thủy lực, van áp suất có nhiệm vụ kiểm tra và điều chỉnh tự động áp suất nguồn cung cấp, cơ cấu chấp hành cũng như trong các đường ống.

Có thể chia các van áp suất thành hai loại chính:

- Van tràn (Pressure relief valve);
- Van điều áp (Pressure regulator).

#### 5.7.1. Van giới hạn áp suất

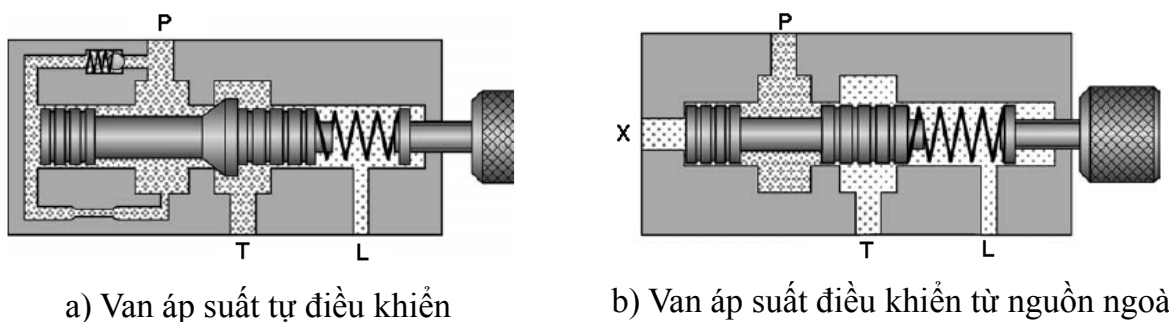
Áp suất trong một hệ thống được đặt và giới hạn nhờ vào loại van này. Áp suất cần giám sát được đưa tới đầu vào (P) của van. Ký hiệu chung của các van áp suất cho trên hình 5.24.



Hình 5.24 Van giới hạn áp suất

Nguyên lý cơ bản: Áp suất cần giới hạn được đặt qua cơ cấu điều chỉnh - tương ứng với lực do lò xo tác động lên nón làm kín. Khi áp suất thực tại điểm cần giữ ổn định, vì một lý do nào đó tăng vượt quá lượng đặt, khi đó lực do nó gây ra đẩy lên nón làm kín lớn hơn lực do lò xo gây ra, nón làm kín bị đẩy mở, dầu thủy lực qua cửa T về bể dầu. Kết quả áp suất tại P giảm cho tới giá trị mà ở đó nón làm kín có thể đóng trở lại.

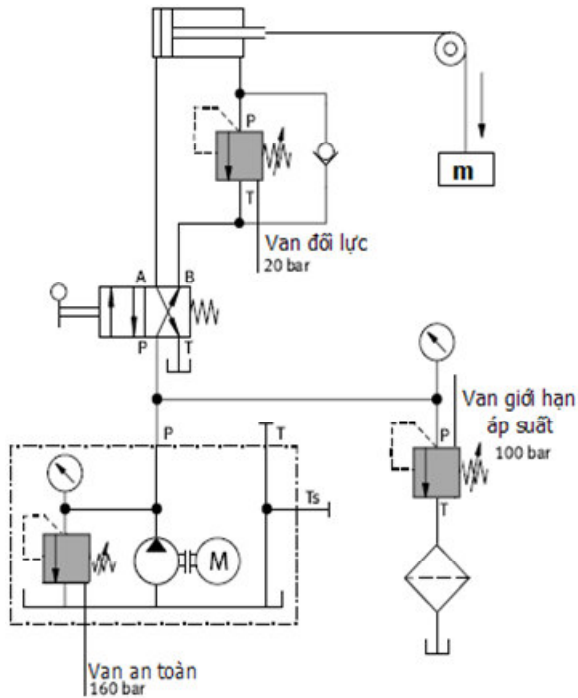
Van giới hạn áp suất thường được chế tạo dưới 2 dạng: có van đệm – tự điều khiển (hình 5.25a) và có van đệm – điều khiển từ phía ngoài (hình 5.25b).



Hình 5.25 Các loại van giới hạn áp suất

\* Các ứng dụng của van giới hạn áp suất:

- Ứng dụng làm van giới hạn áp suất (hình 5.26). Van này thực hiện giới hạn áp suất làm việc thích hợp nhất cho một hay một nhóm các phần tử tham gia trong hệ thống.



a) Mạch ứng dụng



Pressure relief valve, piloted

TP 501, BIBB-H, TP 602	
Operating pressure p	6 MPa (60 bar)
Max. permissible pressure $p_{max}$	12 MPa (120 bar)
Adjustment	Manual
Actuation	Hydraulic

b) Hình dáng bên ngoài và các thông số

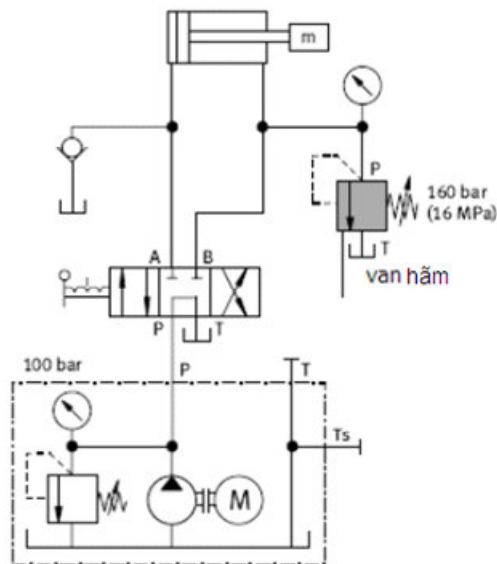
Hình 5.26 Van áp suất

- Ứng dụng làm van an toàn (Safety valve): van giới hạn áp suất đóng vai trò là van an toàn khi nó được gắn ngay với bơm thủy lực (thường bảo vệ quá áp suất do tải trọng sinh ra cho bơm). Giá trị đặt giới hạn của van an toàn được đặt bằng giá trị áp suất làm việc cực đại cho phép của bơm và thường khi có sự cố tăng áp suất quá mức cho phép (hình 5.26).

- Sử dụng làm van đổi lực (Counter- pressure valve)

Van này có tác dụng chống lại mômen khối quán tính ở tải dạng kéo. Van phải điều hòa áp lực và xả tải cho bể chứa (hình 5.26).

- Sử dụng làm van hãm (Brake valve): van này ngăn ngừa những đỉnh nhọn áp suất mà chúng có thể nảy sinh do mômen khối quán tính của tải trọng tại thời điểm đột ngột khóa van điều khiển (hình 5.27).



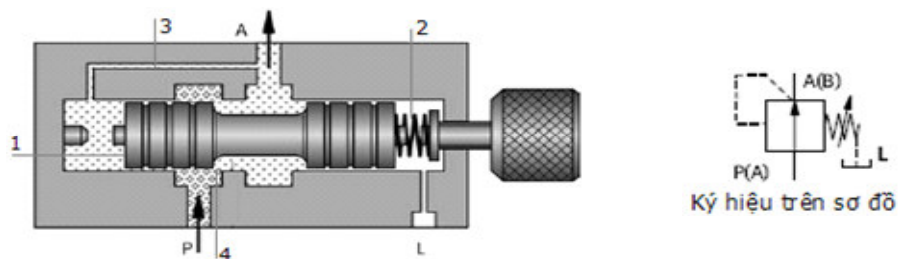
Hình 5.27 Ứng dụng van hãm

### 5.7.2. Van điều áp (Pressure regulator)

Nhiệm vụ chung của các van điều áp là làm giảm và duy trì áp suất ở cửa ra theo yêu cầu cụ thể khi áp suất đầu vào. Chúng cần thiết trong hệ thống mà ở đó có một số các nhánh có yêu cầu áp suất khác nhau.

Trong thực tế, người ta chế tạo hai loại van điều áp: van điều áp 2 cửa; van điều áp 3 cửa.

#### 1) Van điều áp 2 cửa (2 – way pressure regulator)



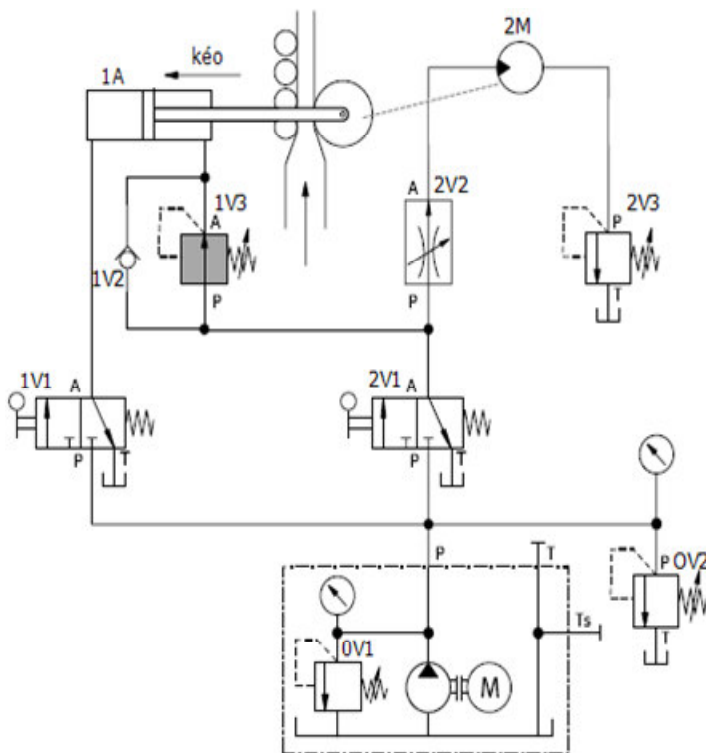
Hình 5.28 Van điều áp 2 cửa

Nguyên lý hoạt động: Để thay đổi áp suất tại đầu ra (A) bằng việc chỉnh lực đàn hồi của lò xo 2, nếu không có dao động áp suất ở đầu vào (P) hoặc đầu ra (A) thì khe hẹp (4) không thay đổi. Giả sử do nguyên nhân nào đó từ phía tải trọng, áp suất tại (A) tăng lên, khi đó lực tác dụng lên diện tích (1) tăng theo và do vậy nòng van sẽ trượt về phía làm hẹp khe hở (4) → làm tăng trở lực → giảm áp suất qua (A). Qua trình ngược lại sẽ theo nguyên tắc tương tự.

Ứng dụng điển hình của van điều áp 2 cửa trong một hệ thống gồm hai mạch điều khiển (hình 5.29).

- Thứ nhất, mạch điều khiển một động cơ thủy lực với van ổn tốc (2V2) để truyền động cho một trục lăn, trục lăn này được sử dụng để ép dính các lớp vật liệu dạng tấm với nhau.

- Thứ hai, mạch điều khiển xilanh dùng để kéo trục lăn gây nên áp lực nén các tấm vật liệu và cần phải điều chỉnh được lực ép bằng việc sử dụng van điều áp (1V3).



Trong mạch:

Van OV1- an toàn cho bơm;

Van OV2 – giới hạn áp suất cho cả hệ thống;

Van 1V3 – điều áp hành trình kéo của XL 1A;

Van 2V2- ổn định tốc độ cho 2M;

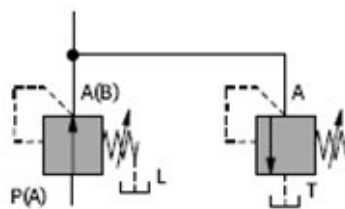
Van 2V3 – giới hạn áp suất cho động cơ 2M;

Van 1V1- đưa các tấm vật liệu vào;

Van 2V2 thực hiện ép.

Hình 5.29 Ứng dụng van điều áp 2 cửa

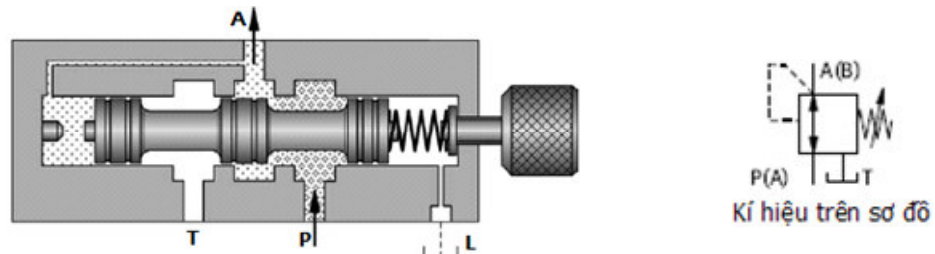
Tuy nhiên, thực tế cho thấy, nếu áp suất tại cửa (A) tăng đến giá trị khiến van điều áp đóng hoàn toàn thì sẽ nảy sinh vấn đề là khi áp suất ở cửa (A) tiếp tục tăng (do tải trọng) sẽ gây quá áp nên thực tế van điều áp 2 cửa còn phải được lắp kèm theo một van giới hạn áp suất như hình 5.30.



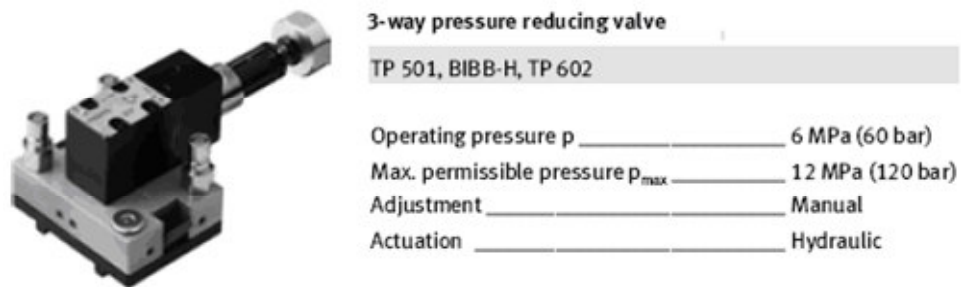
Hình 5.30 Sử dụng kết hợp van điều áp 2 cửa với van giới hạn áp suất

2) Van điều áp 3 cửa (3 – way pressure regulator)

Một van điều áp 3 cửa (hình 5.31) là giải pháp tích hợp van điều áp 2 cửa và van giới hạn áp suất trong một van. Tuy nhiên, trong chế tạo phải tính đến giải pháp kỹ thuật trùng trạng thái cho các cửa P, T, A hợp lý để vai trò các van thành phần được tham gia đúng với yêu cầu thực tế.



a) Cấu tạo và kí hiệu



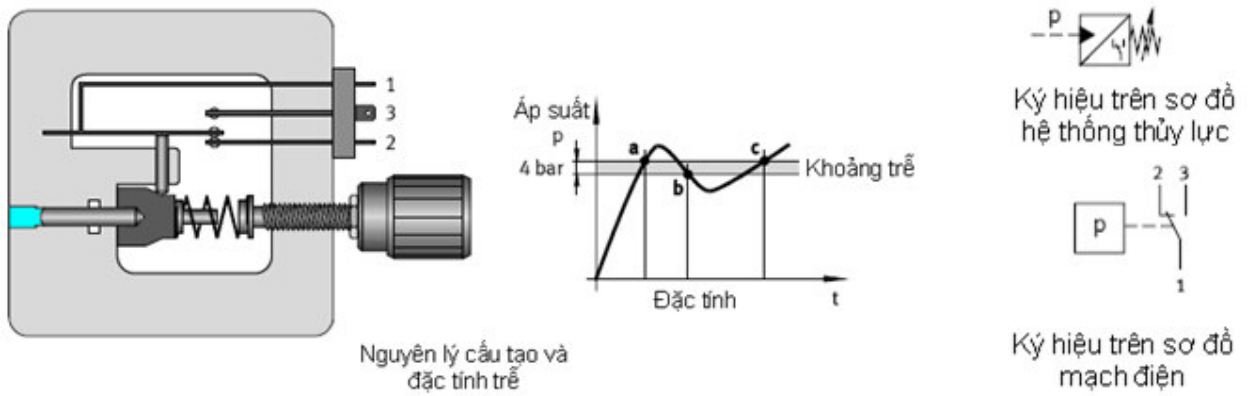
b) Hình dáng bên ngoài và các thông số

Hình 5.31 Van điều áp 3 cửa

5.7.3. Công tắc áp suất (Pressure switch)

Tương tự như trong hệ thống khí nén, trong hệ thống thủy lực người ta cũng sử dụng một phần tử có tác dụng chuyển đổi tác động của áp suất thành sự chuyển mạch một cặp công tắc trong mạch điện (hình 5.32).






Nguyên lý cấu tạo và đặc tính trễ

Ký hiệu trên sơ đồ mạch điện

a) Cấu tạo, đặc tính trễ và kí hiệu

**Pressure switch**



**BIBB-H, TP 602**

The branch tee with integrated pressure switch can be inserted into the hydraulic circuit at any point or added near a measuring point.

Pressure switch _____	Diaphragm switch _____
Operating pressure p _____	1 – 7 MPa (10 – 70 bar)
Hysteresis _____	~15 %
Continuous load rating _____	Maximum 2 A
Adjustment _____	Manual, using 2.5 mm Allen key
Actuation _____	Hydraulic

b) Hình dáng bên ngoài và các thông số

Hình 5.32 Công tắc áp suất

Tuy nhiên, do đặc tính của công tắc là có khoảng trễ (ví dụ trong trường hợp này là 4bar) nghĩa là khi đặt chỉnh giá trị áp suất mà ở đó công tắc sẽ chuyển trạng thái (điểm a hoặc c) thì khi áp suất giảm tới điểm b với khoảng trễ 4bar, công tắc mới trở lại trạng thái ban đầu.

## 5.8. Các van điều khiển lưu lượng (Flow control valves - FCV)

### 5.8.1. Lí luận chung

Các van điều khiển lưu lượng được sử dụng để làm giảm tốc độ của xilanh hoặc tốc độ quay của động cơ thủy lực, vì cả hai giá trị tốc độ trên đều phụ thuộc vào lưu lượng theo quan hệ:

$$\text{Đối với xilanh: } v = \frac{Q}{A} \text{ [m/s]}$$

với Q: lưu lượng [m<sup>3</sup>/s]; A: diện tích tác dụng của piston [m<sup>2</sup>];

$$\text{Đối với động cơ: } n = \frac{Q}{V} \text{ [vòng/phút]}$$

với Q: lưu lượng [m<sup>3</sup>/phút]; v: thể tích hành trình [m<sup>3</sup>/vòng].

Tuy nhiên, thường các bơm thủy lực có lưu lượng không đổi theo tốc độ làm việc định mức, khi điều khiển giảm lưu lượng cho các cơ cấu chấp hành khiến cho áp suất ra của đầu bơm thường tăng lên và các van giới hạn theo đó cũng thường phải mở, vì vậy để tiết kiệm năng lượng khi giảm lưu lượng để điều chỉnh tốc độ cơ cấu chấp hành thì ở một số hệ thống hiện đại, đã phối hợp điều chỉnh tốc độ truyền động bơm một cách đồng bộ.

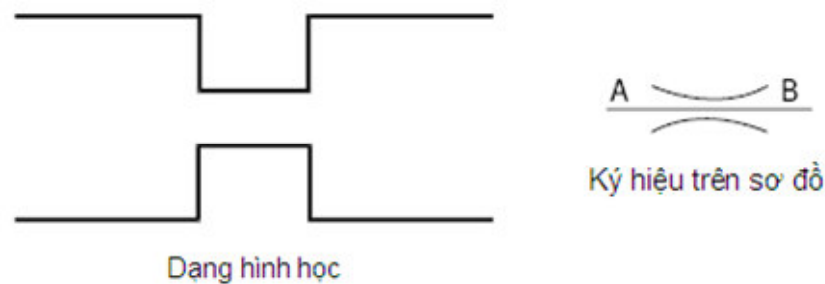
### 5.8.2. Các van điều khiển lưu lượng

Về cơ bản, người ta chia các van này theo hai nhóm chức năng: van hạn chế lưu lượng và van điều chỉnh lưu lượng.

#### 1) Van hạn chế lưu lượng

Van điều khiển lưu lượng có thể làm việc như là một bộ hạn chế (hình 5.33), có vai trò là cản trở dòng chảy. Mức độ cản trở phụ thuộc vào diện tích cắt ngang của dòng chảy, dạng hình học của khe hẹp và độ nhớt của chất lỏng. Đối với bộ hạn chế lưu lượng, khi dòng thủy lực chảy qua, do ma sát sẽ gây tổn hao áp suất và đồng thời vận tốc dòng chảy tăng lên.

Các van hạn chế lưu lượng không có khả năng điều chỉnh trở lực, thực tế ít được sử dụng và thường kèm theo van giới hạn áp suất.



Hình 5.33 Van hạn chế lưu lượng

#### 2) Van điều chỉnh lưu lượng (còn gọi là van tiết lưu)

Các chức năng ở van này:

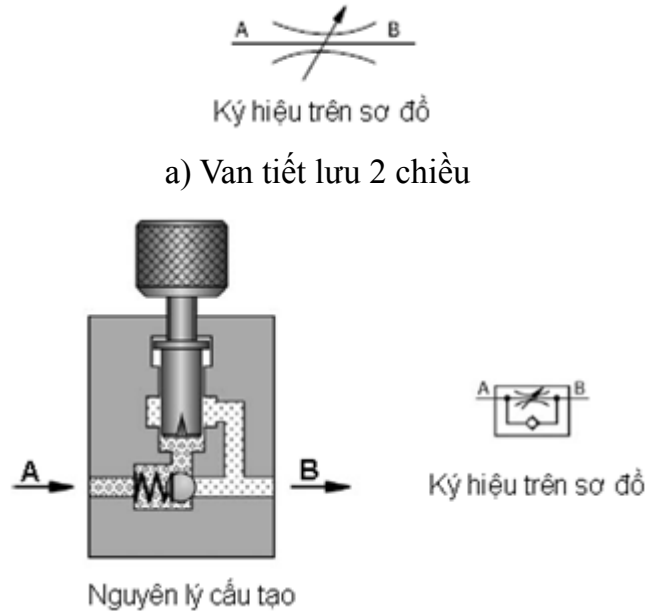
- Tạo và thay đổi trở lực (điều chỉnh được)
- Hằng số trở lực chịu ảnh hưởng của sự thay đổi nhiệt độ.

Trong công nghiệp, người ta sử dụng các van điều chỉnh lưu lượng với các yêu cầu khác nhau trong điều khiển hệ thống thủy lực:

**a) Van tiết lưu hai chiều:** ký hiệu trên sơ đồ (hình 5.34a).

Đặc điểm cơ bản là: Các chiều tác dụng của cơ cấu chấp hành đều được hạn chế lưu lượng như nhau và độ sụt áp suất ( $\Delta P$ ) phụ thuộc vào tải trọng của cơ cấu chấp hành. Vì vậy trong thực tế ít dùng.

**b) Van tiết lưu một chiều (One-way flow control valve) (hình 5.34b)**



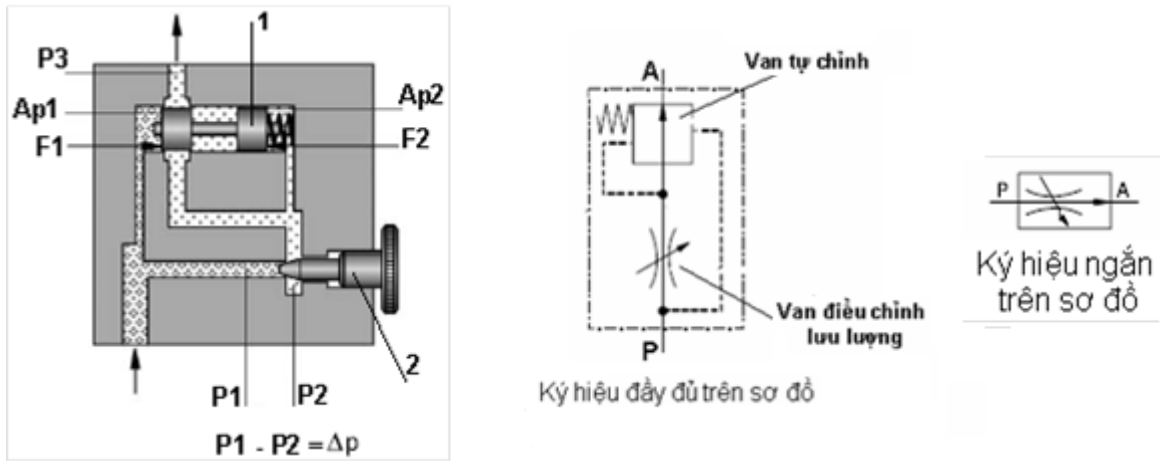
**b) Van tiết lưu 1 chiều**

Hình 5.34 Van tiết lưu

Van tiết lưu một chiều được chế tạo tích hợp trong một khối gồm: van tiết lưu và van một chiều. Do cách ghép van một chiều mà van tiết lưu chỉ có tác dụng điều tiết lưu lượng theo một chiều (từ  $A \rightarrow B$ ). Chiều ngược lại (từ  $B \rightarrow A$ ), vì trở lực của van một chiều không đáng kể nên hầu như toàn bộ lưu lượng thủy lực đều chuyển qua nó mà không qua khe hẹp có trở lực lớn của van hạn chế lưu lượng.

**c) Van ổn định tốc độ**

Như ta đã biết mối quan hệ giữa tổn thất áp suất  $\Delta P$  và lưu lượng  $Q$  chảy qua tiết lưu là :  $\Delta P \sim Q^2$  . Như vậy, khi tải trọng thay đổi, lưu lượng dòng chảy cung cấp cho phần tử tiêu thụ sẽ có xu hướng thay đổi và kéo theo tốc độ truyền động thay đổi. Nếu duy trì sụt áp suất trên van tiết lưu ( $\Delta P$ ) không đổi thì lưu lượng qua van sẽ không đổi và do đó tốc độ truyền động cũng sẽ được duy trì ổn định. Trên cơ sở đó, giải pháp kỹ thuật cho một van ổn định tốc độ được trình bày trên hình 5.35.



Hình 5.35 Van ổn định tốc độ

Một van tiết lưu (2) kết hợp với một van áp suất tự chỉnh (bộ cân bằng áp suất) (1) tạo nên và duy trì lưu lượng dòng chảy mong muốn.

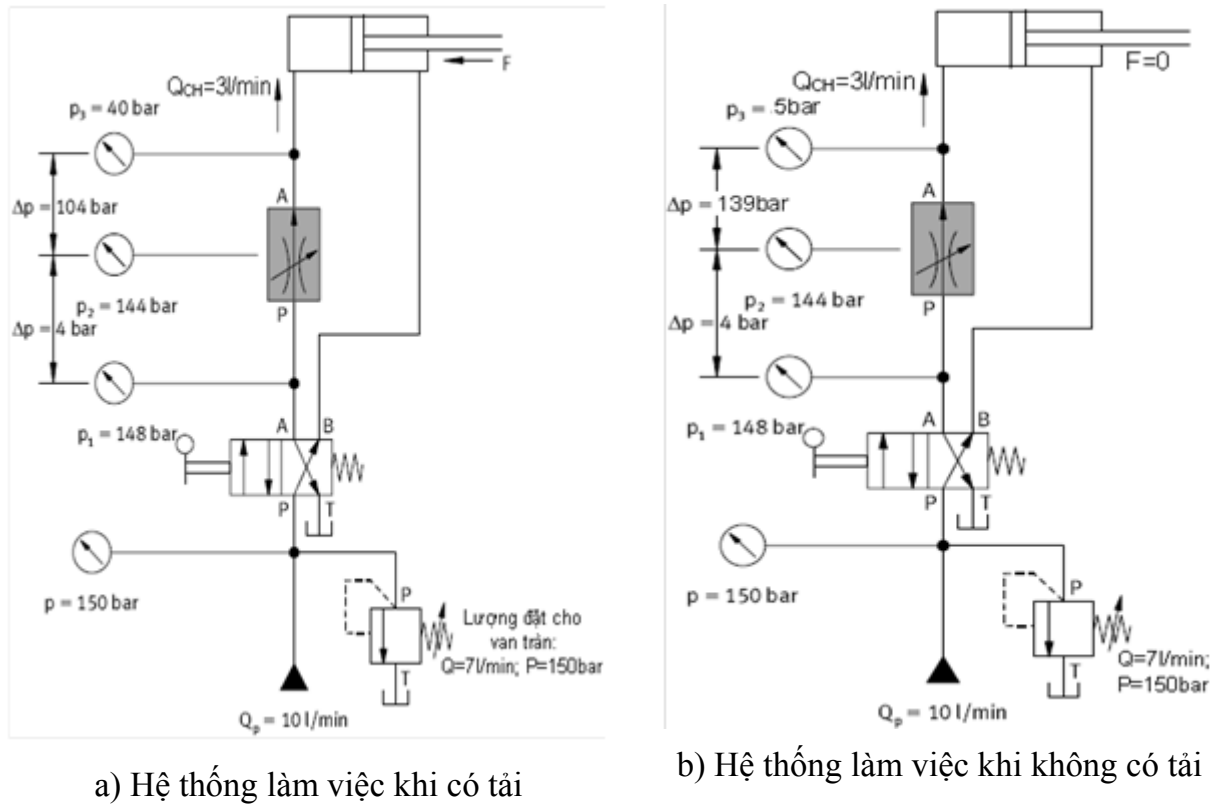
Nguyên tắc hoạt động như sau: Ở trạng thái làm việc bình thường, van mở và có áp suất ra  $P_3$  cùng với lưu lượng ra cung cấp cho cơ cấu chấp hành. Khi đó van (1) chịu tác dụng các lực cân bằng  $F_1=F_2$ ; trong đó  $F_1=P_1 \cdot A_{p1}$  và  $F_2= P_2 \cdot A_{p2} + F_s$ ;  $F_s$  lực đàn hồi do lò xo, với  $A_{p1}=A_{p2}=A_p$ . Khi  $F_1=F_2$  thì  $\Delta P = P_1 - P_2 = F_s/A_p = \text{const}$ .

Giả sử áp suất ở đầu ra của van ( $P_3$ ) tăng lên (ví dụ do tải trọng tăng, tốc độ làm việc có xu hướng giảm), theo đó lưu lượng qua van giảm do chênh lệch áp suất ( $\Delta P$ ) trên van (2) cũng giảm vì  $\Delta P = P_1 - P_2$ . Và  $F_2 > F_1$  khiến van (1) mở thêm. Mức độ mở của van (1) còn tiếp tục tăng cho đến khi lập lại trạng thái cân bằng giữa các lực  $F_1$  và  $F_2$ , theo đó, lưu lượng qua van tăng lên để duy trì tốc độ cơ cấu chấp hành, tồn thất  $\Delta P$  được trả lại giá trị ban đầu không đổi.

Ngược lại, nếu áp suất đầu ra ( $P_3$ ) tụt xuống (tốc độ cơ cấu chấp hành có xu hướng tăng), chênh lệch áp suất  $\Delta P$  tăng, kết quả là lực  $F_2 < F_1$  dẫn đến van tự chỉnh (1) đóng bớt lại cho đến khi lập lại cân bằng  $F_1 = F_2$ .

Theo nguyên tắc làm việc trên, lưu lượng chuyển qua van này được giữ ổn định và vì vậy vận tốc của các cơ cấu chấp hành sẽ được ổn định khi tải trọng của chúng thay đổi ta có bộ ổn tốc.

Ứng dụng van ổn tốc (hình 5.36).



Hình 5.36 Ứng dụng van ổn tốc

## 5.9. Cơ cấu chấp hành

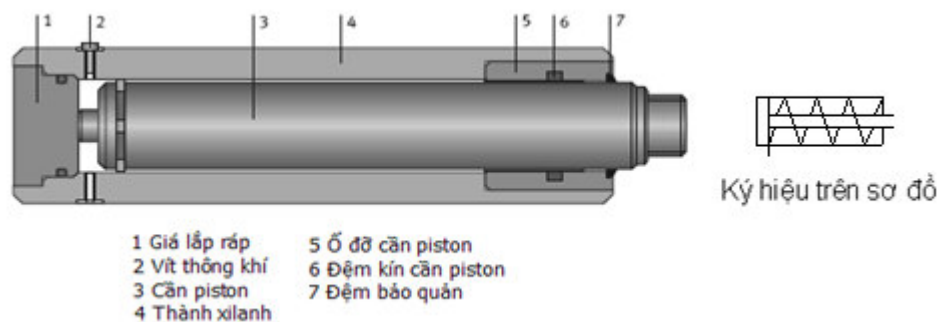
### 5.9.1. Các xilanh thủy lực

Trong hệ thống thủy lực, người ta cũng sử dụng hai loại xilanh cơ bản:

- Xilanh tác dụng đơn (Single- acting cylinder)
- Xilanh tác dụng kép (Double- acting cylinder)

#### 1) Xilanh tác dụng đơn

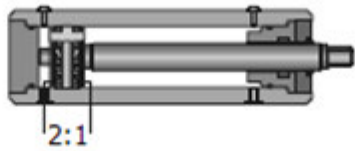

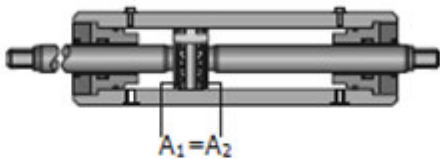

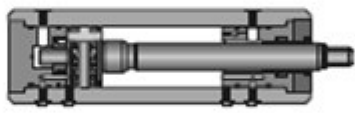
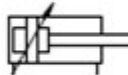



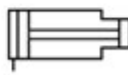


Xilanh tác dụng đơn thực hiện biến đổi năng lượng thủy lực thành cơ năng chỉ cho một chiều, chiều ngược lại: do lực từ bên ngoài hoặc lò xo phản hồi của nó. Xilanh tác dụng đơn thường được sử dụng làm cơ cấu nâng, bàn nâng, bàn kẹp...



Hình 5.37 Xilanh tác dụng đơn

2) Xilanh tác dụng kép (xem bảng)

Bảng 5.4 Các loại xilanh tác dụng kép

Tên gọi	Mô tả	Nguyên lý cấu tạo	Ký hiệu bản vẽ
Xilanh vi sai	tỷ lệ diện tích piston 2:1		
Xilanh đồng bộ	Diện tích nén như nhau --> tốc độ ra vào bằng nhau		
Xilanh có đệm giảm chấn			
Xilanh lồng nhau			
Khuếch đại áp suất			
Xilanh cộng lực	Kích thước nhỏ lực lớn		

Các phương trình thường dùng trong tính toán lựa chọn các xilanh:

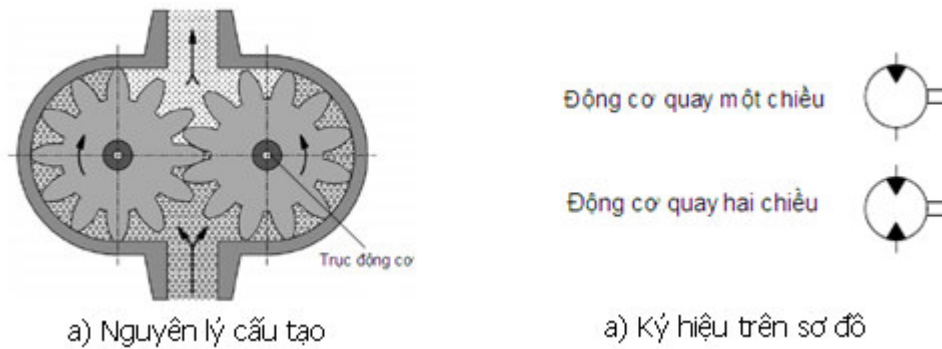
- Tốc độ truyền động:  $v = Q/A$  [m/s];
- Lực tác dụng  $F = P.A. \eta$  [N];
- Hệ số tỷ lệ diện tích piston  $\varphi = A_p/A_{pr}$ .

Trong đó:  $\eta$  là hiệu suất tổng hợp của piston (0,85 – 0,95);  $A_p$  là diện tích piston phía không có cần và  $A_{pr}$  là phía có cần piston.

### 5.9.2. Động cơ thủy lực

Các động cơ thủy lực thuộc vào nhóm các phần tử chấp hành, chúng biến đổi năng lượng thủy lực thành cơ năng và tạo nên chuyển động quay hoặc xoay lắc – đối với các động cơ hạn chế góc quay. Cũng như các xi lanh thủy lực, các động cơ thủy lực cũng được điều khiển bằng các van điều khiển đảo chiều.

Động cơ thủy lực cũng có cấu tạo và các thông số tương tự bơm thủy lực, ví dụ về một động cơ thủy lực kiểu bánh răng tiếp xúc ngoài được biểu diễn trên hình 5.38.



Hình 5.38 Động cơ thủy lực kiểu bánh răng

Các phương trình dùng trong tính toán:  $p = M/v$ ;  $Q = n.v$ .

trong đó:

$p$ : áp suất [Pa];

$M$ : mô men [Nm];

$v$ : thể tích hành trình [ $\text{cm}^3$ ];

$Q$ : Lưu lượng;

$n$ : Tốc độ quay [r.p.m- revolutions per minute] hay [1/min].

Công suất cơ trên trục động cơ:  $P = M.\omega$  [w] với  $\omega$  là tốc độ góc [rad/s] hay [1/s].

Một động cơ thủy lực của hãng Festo cho trên hình 5.39.



TP 501, BIBB-H, TP 601, TP 701, TP 511	
Design	Orbit
Geometric displacement	8.2 $\text{cm}^3$
Max. permissible pressure in return line	$p_{R,max}$ 5 MPa (50 bar)
Max. rotary speed $n_{max}$	1950 $\text{min}^{-1}$
Output shaft with spring	$\varnothing$ 16 x 28, A5 x 5 DIN 6885
Operating pressure $p$	6 MPa (60 bar)
Max. permissible pressure $p_{max}$	12 MPa (120 bar)



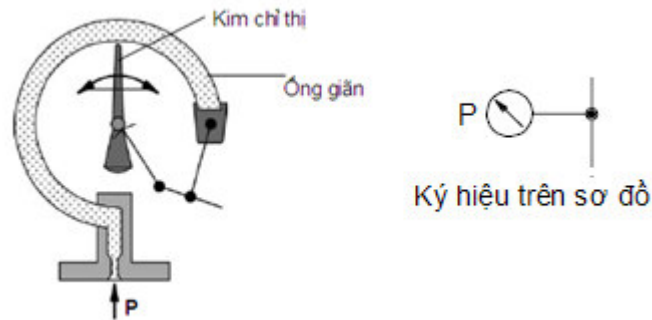
Hình 5.39 Động cơ thủy lực (quay hai chiều)

## 5.10. Các dụng cụ đo lường

### 4.10.1 Dụng cụ đo áp suất

1) Dụng cụ đo áp suất kiểu ống đàn hồi.

Phần lớn các dụng cụ đo áp suất trong hệ thống thủy lực đều sử dụng dụng cụ đo áp suất dựa trên nguyên tắc ống đàn hồi (hình 5.40).



Hình 5.40 Dụng cụ đo áp suất

Nguyên lý làm việc: Khi dòng thủy lực có áp suất  $P$  được đưa vào ống đàn hồi, áp lực tác dụng làm giãn ống kéo kim chỉ thị quay một góc tỷ lệ với giá trị áp suất cần đo. Dụng cụ loại này có thể đo áp suất lớn ( $>100\text{bar}$ ).

### 2) Dụng cụ đo áp suất kiểu màng đàn hồi

Trong dụng cụ này, ống đàn hồi được thay bằng màng đàn hồi. Loại dụng cụ này được dùng đo áp suất nhỏ ( $<25\text{bar}$ ).

### 3) Dụng cụ đo áp suất kiểu piston

Piston tác dụng một phía với lò xo phản kháng. Khi áp lực của dòng thủy lực làm dịch chuyển piston cân bằng với lực đàn hồi của lò xo - vị trí của piston được xác định qua một cơ cấu chỉ thị tỷ lệ với áp suất cần đo.

### 4) Sensor áp suất

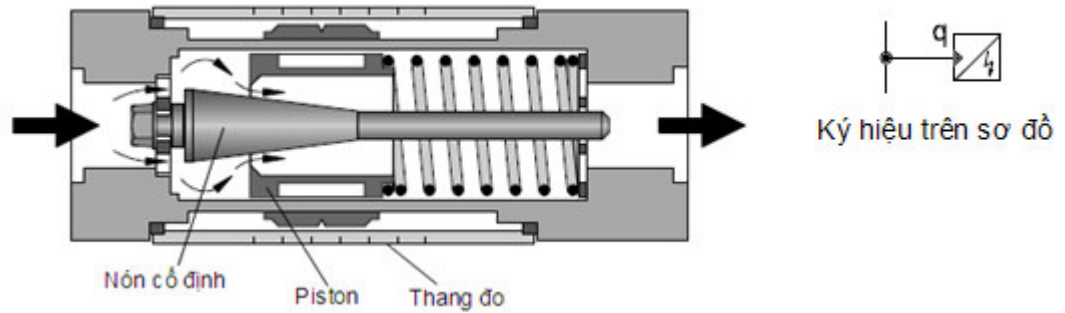
Các sensor đo áp suất chất lỏng hiện nay hầu như cấu tạo dựa trên hiệu ứng áp điện - lực tác dụng làm thay đổi trở kháng của phần tử áp điện. Thông qua một cầu cân bằng, điện áp trên đường chéo của cầu thay đổi tỷ lệ với áp suất cần đo. Bằng phương pháp xử lý kết quả đo khác nhau, ta có tín hiệu ra của sensor là dạng số hay tương tự.

## 5.10.2. Dụng cụ đo lưu lượng

### 1) Ống đo lưu lượng kiểu piston

Dụng cụ là một ống được ghép nối tiếp vào đường ống cần đo lưu lượng dòng chảy liên tục. Các bộ phận cơ bản gồm: nón cố định, piston, lò xo phản kháng và thang đo (hình 5.41).



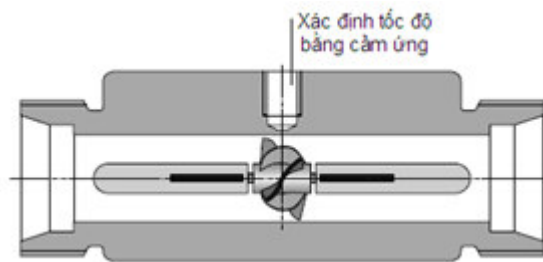


Hình 5.41 Dụng cụ đo lưu lượng

Nguyên lý làm việc: khi dòng thủy lực chảy qua, piston bị đẩy về phía nén lò xo phản kháng, khe hở giữa piston và nón cố định sẽ mở rộng tiết diện cho đến khi có sự cân bằng lực từ phía piston và lực phản hồi lò xo. Giá trị lưu lượng phụ thuộc vào độ chênh lệch áp suất tại khe hở và hành trình của piston. Vị trí của piston phản ánh qua thang đo xác định giá trị lưu lượng cần đo. Sai số của dụng cụ đo 4%.

## 2) Ống đo lưu lượng kiểu tua bin

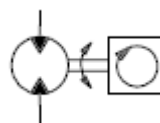
Dòng thủy lực tác dụng lên cánh tua bin (hình 5.42) làm cho tua bin quay. Tốc độ quay của tua bin phản ánh giá trị lưu lượng chảy qua đường ống. Người ta có thể dùng một đầu đo cảm ứng điện từ để xác định số cánh tua bin quét qua đầu đo trong một khoảng thời gian thực. Tức là xác định tốc độ quay của tua bin để thiết lập tốc độ dòng chảy và suy ra lưu lượng cần đo.



Hình 5.42 Ống đo lưu lượng kiểu tua bin

## 3) Sensor lưu lượng

Ký hiệu trên sơ đồ thủy lực được mô tả trên hình 5.43.



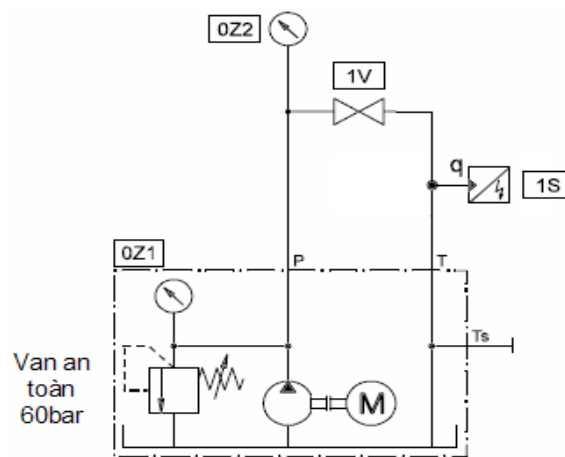
Hình 5.43 Ký hiệu sensor lưu lượng trên sơ đồ thủy lực

Nguyên tắc làm việc dựa trên việc đo tốc độ quay của trục động cơ thủy lực (bằng máy phát tốc hay encoder) trong quan hệ  $n \sim q$ . Bằng bộ chuyển đổi hiển thị để có hệ đơn vị [lít/phút] hay [lít/min].

### 5.11. Các thí nghiệm xác định đặc tính các phần tử

#### 5.11.1. Thí nghiệm đặc tính của bơm thủy lực

Một trong những đặc tính quan trọng của bơm là quan hệ lưu lượng và áp suất  $Q=f(P)$ . Sơ đồ hệ thống làm thí nghiệm cho trên hình 5.44, thực hiện cho một bơm có áp suất cực đại cho phép là 60 bar và được bảo vệ bằng van an toàn.



Hình 5.44 Xác định đặc tính  $Q = f(p)$  của bơm

Các bước thực hiện:

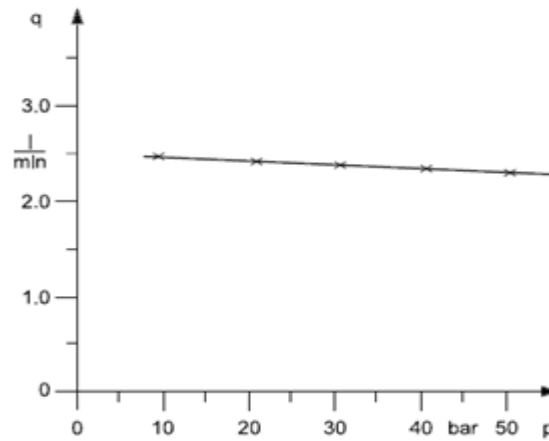
Bước 1: Mở toàn bộ van chặn 1V

Bước 2: Khởi động bơm

Bước 3: Đóng từ từ van 1V để có áp suất theo các giá trị đã chọn (đọc trên OZ2) và đọc giá trị lưu lượng tương ứng trên lưu lượng kế 1S. Kết quả thí nghiệm ghi trong bảng 5.5 và đồ thị tương ứng trên hình 5.45.

Bảng 5.5 Kết quả thí nghiệm

System pressure p	15	20	25	30	35	40	45	50	bar
Flow rate q	2.33	2.31	2.29	2.28	2.26	2.24	2.22	2.20	l/min



Hình 5.45 Đồ thị đặc tính  $Q = f(p)$  của bơm

Đặc tính  $Q = f(P)$  được xét đoạn tuyến tính. Khi áp suất càng cao thì lưu lượng càng giảm, tức là lượng rò rỉ về thể tích càng lớn. Tương ứng tại mỗi điểm có một giá trị hiệu suất đánh giá tỷ lệ rò rỉ trong bơm.

### 5.11.2. Thí nghiệm quan hệ áp suất và lưu lượng qua van giới hạn áp suất

Để đánh giá chất lượng một van giới hạn áp suất, người ta làm thí nghiệm trên hệ thống cho trên hình 5.46.

Các bước tiến hành:

Bước 1: Đóng hoàn toàn van chặn 1V1; điều chỉnh lò xo để van giới hạn 1V2 mở sớm nhất.

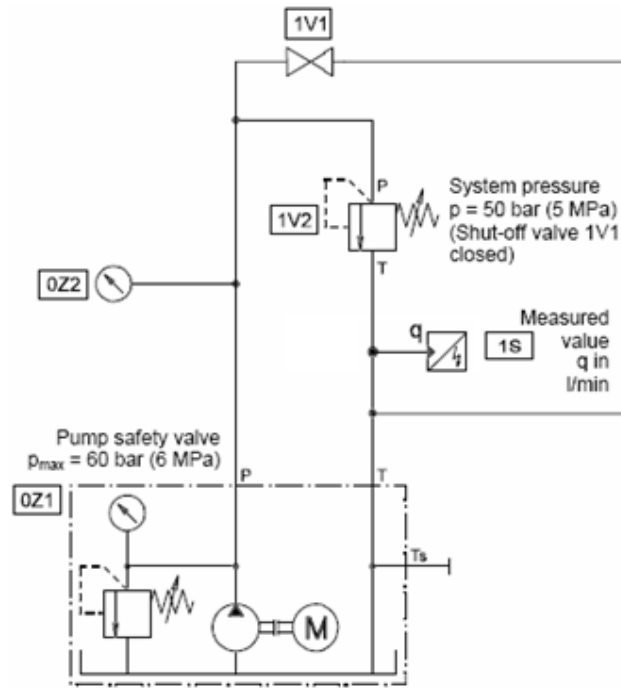
Bước 2: Khởi động bơm.

Bước 3: Điều chỉnh đóng từ từ van 1V2 và theo dõi áp suất hệ thống trên OZ2 cho đến khi đạt 50bar.

Bước 4: Mở hoàn toàn van chặn 1V1.

Bước 5: Đóng từ từ van 1V1 để có các giá trị áp suất mong muốn (theo dõi trên OZ2) cùng với các giá trị lưu lượng tương ứng đọc trên lưu lượng kế 1S.

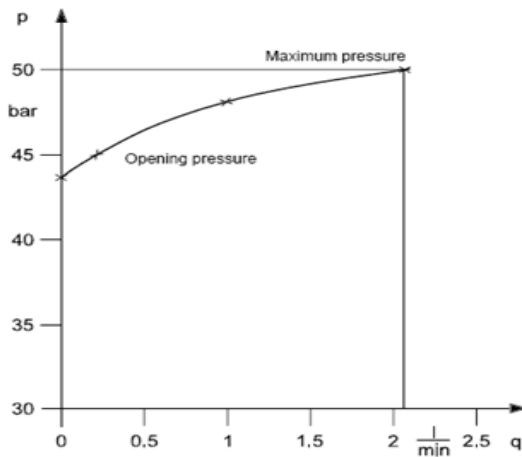
Các số liệu ghi vào bảng 5.6 Và đồ thị tương ứng cho trên hình 5.46.



Hình 5.45 Xác định đặc tính  $Q = f(p)$  của van giới hạn áp suất

Bảng 5.6 Quan hệ giá trị áp suất và lưu lượng qua van giới hạn áp suất

Working pressure p	35	40	42.5	45	47.5	50	bar
Flow rate q	0	0	0	0.2	1.17	2.15	l/min

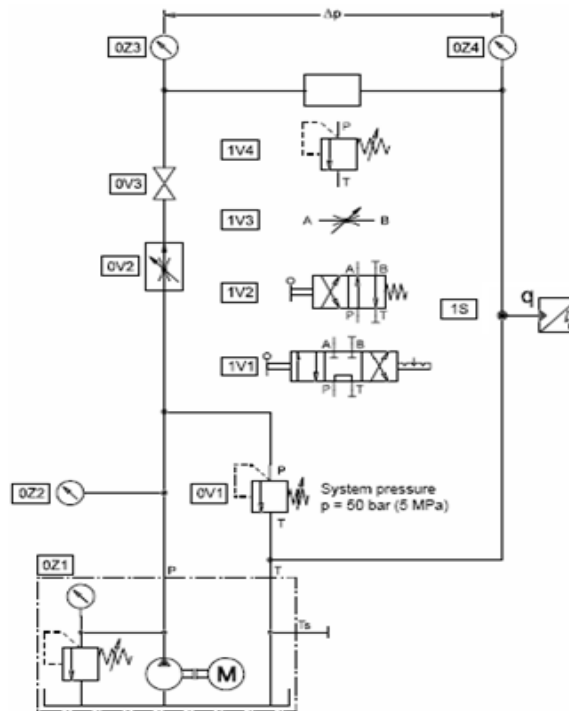


Hình 5.47 Đặc tính của một van giới hạn áp suất

Chú ý: Do độ nhạy của van, lưu lượng chảy qua van bắt đầu ngay từ khi áp suất tăng đến giá trị xấp xỉ 45bar cho đến 50bar thì hầu như lưu lượng được phân nhánh hoàn toàn. Lưu lượng chảy qua van không thể tăng tới giá trị xấp xỉ 60 bar vì ở giá trị này van an toàn đã mở phân nhánh để bảo vệ an toàn cho bơm.

5.11.3. Thí nghiệm xác định tổn thất áp suất trên các phần tử điều khiển thủy lực

Sơ đồ mạch thí nghiệm cho trên hình 5.48.



Hình 5.48 Xác định tổn thất áp suất trên van

Các bước thực hiện:

Bước 1: Chọn giá trị giới hạn cho van OV1 bằng van chặn OV3.

Bước 2: Mở hoàn toàn van chặn OV3; thay lần lượt các van 1V1 – 1V4 vào vị trí ô trống và cho chúng *mở hoàn toàn*.

Bước 3: Điều chỉnh một giá trị lưu lượng cho van ổn định lưu lượng OV2 để phục vụ cho thí nghiệm xác định tổn thất áp suất  $\Delta P$  trên các van. Ví dụ chọn giá trị lưu lượng  $Q=2$  l/min cho van ổn định bằng việc theo dõi lưu lượng kế 1S.

Bước 3: Ứng với mỗi van (1V1-1V4), đọc các giá trị áp suất tương ứng trên các đồng hồ OZ3; OZ4, khi đó  $\Delta P = P_{OZ3} - P_{OZ4}$ .

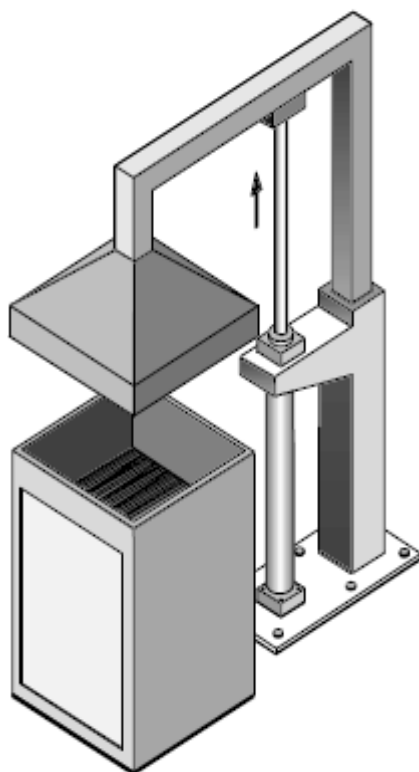
Kết quả thí nghiệm cho một số các phần tử thủy lực của hãng Festo ghi trong bảng 5.7.

Bảng 5.7 Kết quả thí nghiệm cho một số các phần tử thủy lực của hãng Festo

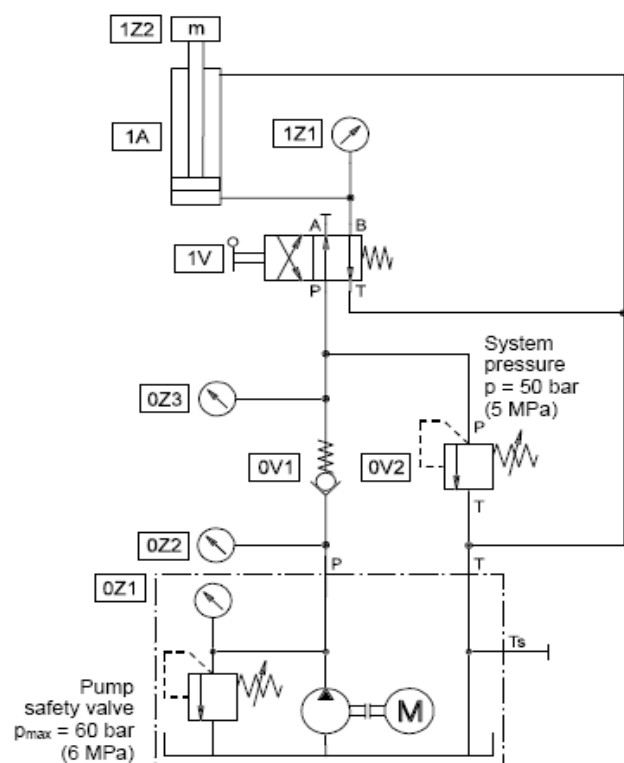
Van	$q$ l/min	$p_{0z3}$ bar	$p_{0z4}$ bar	$\Delta p$ bar
1V4	2	4.6	2.5	2.1
	1	1.9	1.0	0.9
1V3	2	4.3	2.5	1.8
	1	1.9	1.2	0.7
1V2 P → A	2	4.0	2.5	1.5
	1	1.9	1.2	0.7
1V1 P → A	2	4.3	2.5	1.8
	1	1.8	1.1	0.7

### 5.11.4 Tính toán thông số làm việc của cơ cấu chấp hành

#### 1. Một số tính toán cho Xilanh



a) Mô hình công nghệ



b) Mạch điều khiển

Hình 5.49 Xác định tổn thất áp suất trên van

Một hệ thống được mô tả trên hình 5.49(a) phục vụ đóng mở nắp của một lò nung. Lắp và các bộ phận kèm theo làm tải cho xi lanh có khối lượng 9 kg.

Giả sử đã lựa chọn các phần tử:

- Xi lanh tác dụng một phía – không cần lò xo phản hồi, điều khiển bằng van 3/2 hoặc 4/2 làm việc như van 3/2 – điều khiển bằng tay. Các thông số của xi lanh:

-  $A_p = 2\text{cm}^2$ ; Độ dài cần piston  $L = 200\text{ mm}$ .

- Bộ nguồn thủy lực, bảo vệ bằng van an toàn,  $P_{\max} = 60\text{bar}$ ; bơm có  $Q = 2\text{l/phút}$ .

- Van giới hạn áp suất khi van điều khiển 1V khóa:  $P = 50\text{ bar}$ .

- Van một chiều bảo vệ bơm OV1, có áp suất mở  $P = 1\text{bar}$ .

- Các đồng hồ chỉ thị áp suất (OZ1; OZ2; OZ3 và 1Z1).

Giả thiết lưu lượng không đổi; 1Z1 chỉ khi nâng 8 bar, khi hạ 0bar, hãy tính:

Tốc độ nâng của xi lanh ( $v_N$ ), Thời gian nâng hết hành trình ( $t_N$ );

Áp suất gây nên bởi tải trọng ( $P_T$ );

Trở lực;

Điều kiện nâng tải trọng

Giải:

$$* \text{ Tốc độ nâng: } v_N = \frac{q}{A_N} = \frac{2 \frac{l}{\text{min}}}{2\text{cm}^2} = \frac{2000\text{cm}^3}{2\text{cm}^2} = 0.17 \frac{m}{s};$$

$$* \text{ Thời gian: } t_N = \frac{S}{v_N} = \frac{200\text{mm}}{0.17 \frac{m}{s}} = \frac{0.2\text{m}}{0.17 \frac{m}{s}} = 1.2\text{s};$$

$$* \text{ Áp suất tải: } P_T = \frac{F_G}{A_N} = \frac{90\text{N}}{2\text{cm}^2} = 45 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} = 4.5\text{bar};$$

\* Trở lực = (Áp suất khi nâng) – (Áp suất tải) = 8 bar – 4.5 bar = 3.5 bar.

\* Điều kiện để nâng tải là: Áp suất đối lực (back pressure) phải nhỏ hơn đáng kể so với trở lực. Phần lớn các trường hợp, khi nâng tải trọng, áp suất đối lực đưa về áp suất bể chứa.

## 2. Một số tính toán cho động cơ thủy lực

Các phương trình dùng trong tính toán:  $p = M/v$ ;  $Q = n.v$ ;

trong đó:

$p$ : áp suất [Pa];

$M$ : mô men [Nm];

$v$ : thể tích hành trình [ $\text{cm}^3$ ];

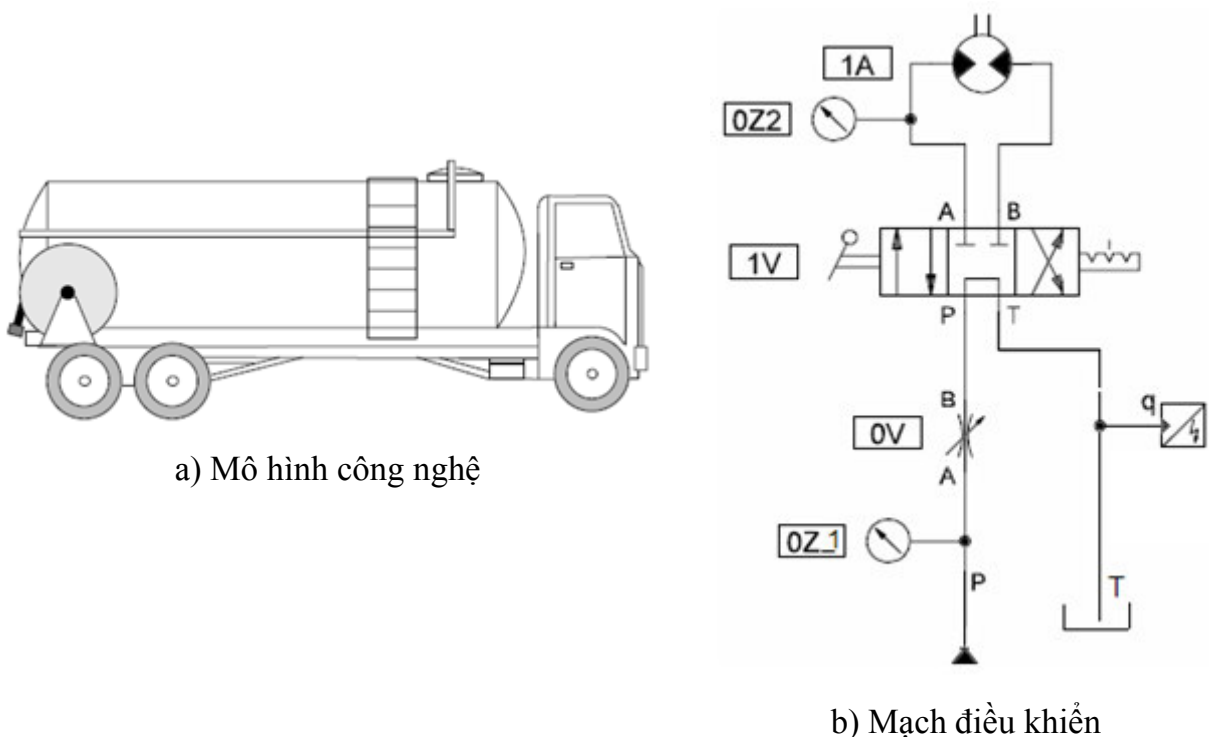
$Q$ : Lưu lượng;

$n$ : Tốc độ quay [r.p.m- revolutions per minute] hay [1/min];

Công suất cơ trên trục động cơ:  $P=M.\omega[w]$  với  $\omega$  là tốc độ góc [rad/s] hay [1/s].

Ví dụ cho trên hình 5.50. Cuộn đường ống mềm dẫn dầu/xăng của một xe xitec được truyền động bằng một động cơ thủy lực. Ống dẫn được tời ra, dừng khi đủ độ dài cần thiết hoặc cuộn lại. Ngoài ra, tốc độ thực hiện cũng cần phải được điều chỉnh thích hợp. Để thực hiện chức năng đó, mạch điều khiển thủy lực cần có như hình 5.56.

Như vậy: Van 4/3 (1V) có vị trí giữa xả tải máy bơm, các vị trí còn lại phục vụ đảo chiều động cơ. Van OV tiết lưu hai chiều → đặt chỉnh tốc độ động cơ. Các dụng cụ đo áp suất, lưu lượng cần cho đo lường, khảo sát và hiệu chỉnh khi bảo trì.



Hình 5.50 Quan hệ lưu lượng và tốc độ của động cơ

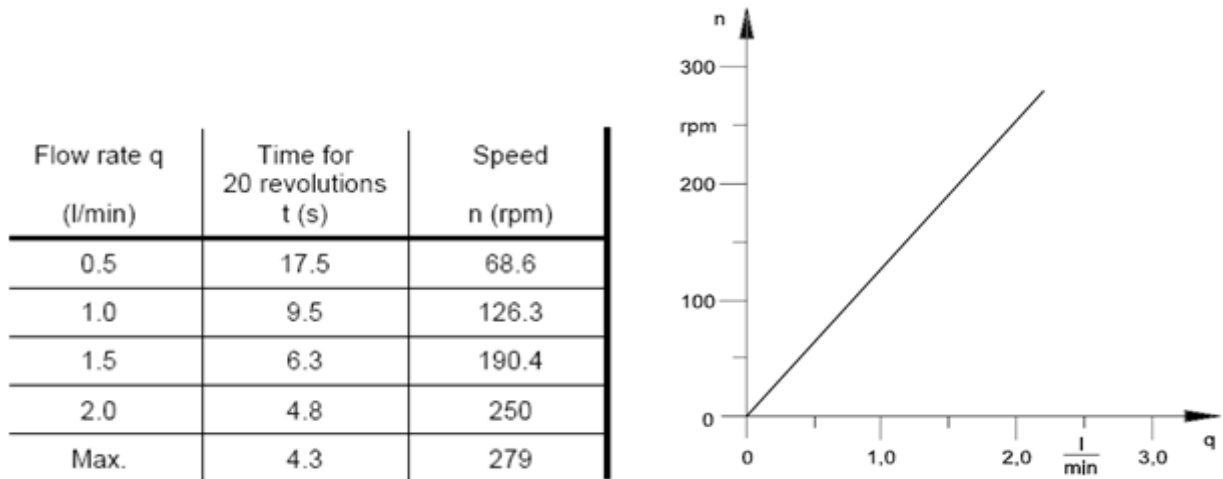
Người ta tiến hành thí nghiệm quan hệ lưu lượng và tốc độ của động cơ. Kết quả tham khảo bảng 5.8 và đồ thị hình 5.51.

Các bước tiến hành:

Bước 1: Van 4/3 đưa về trạng thái trung gian; khởi động bơm; điều chỉnh van tiết lưu và theo dõi, ghi giá trị lưu lượng từ lưu lượng kế.

Bước 2: Chọn một chiều quay cho động cơ bằng van 4/3; đếm số vòng quay của động cơ, dùng đồng hồ bấm giây theo dõi thời gian.





a)

b)

Hình 5.51 Quan hệ lưu lượng và tốc độ của động cơ

Nếu ứng với lưu lượng cung cấp cho động cơ (ví dụ bằng 1.5l/min) và đo được áp suất tương ứng ở đầu vào của động cơ (ví dụ 45bar- bằng dụng cụ OZ2) thì:

- Công suất đưa ra dầu trực động cơ, kí hiệu  $P_M$  là:

$$P_M = p_M \cdot q_M = 45 \cdot 10^5 \frac{N}{m^2} \cdot 1,5 \frac{10^{-3} m^3}{60s} = 112,5 [W].$$

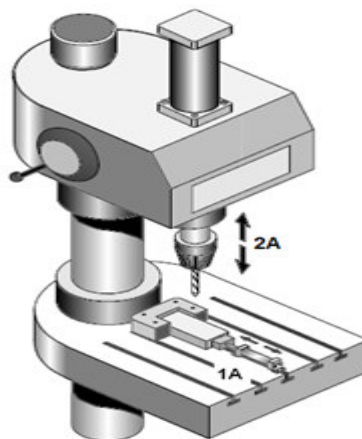
- Mô men động cơ đưa ra trực:

$$M_M = \frac{P_M}{\omega} = \frac{P_M \cdot 60}{2\pi n} = \frac{112,5 \cdot 60}{2\pi \cdot 190,4} = 5,6 [Nm].$$

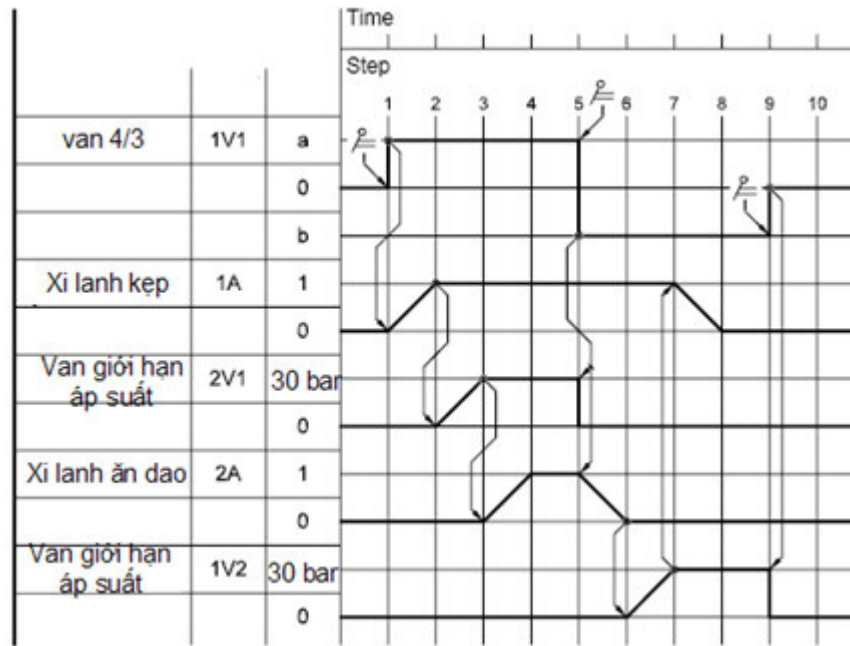
## 5.12. Thiết kế sơ đồ hệ thống thủy lực

### 5.12.1. Hệ thống điều khiển tuần tự ứng dụng các van giới hạn áp suất

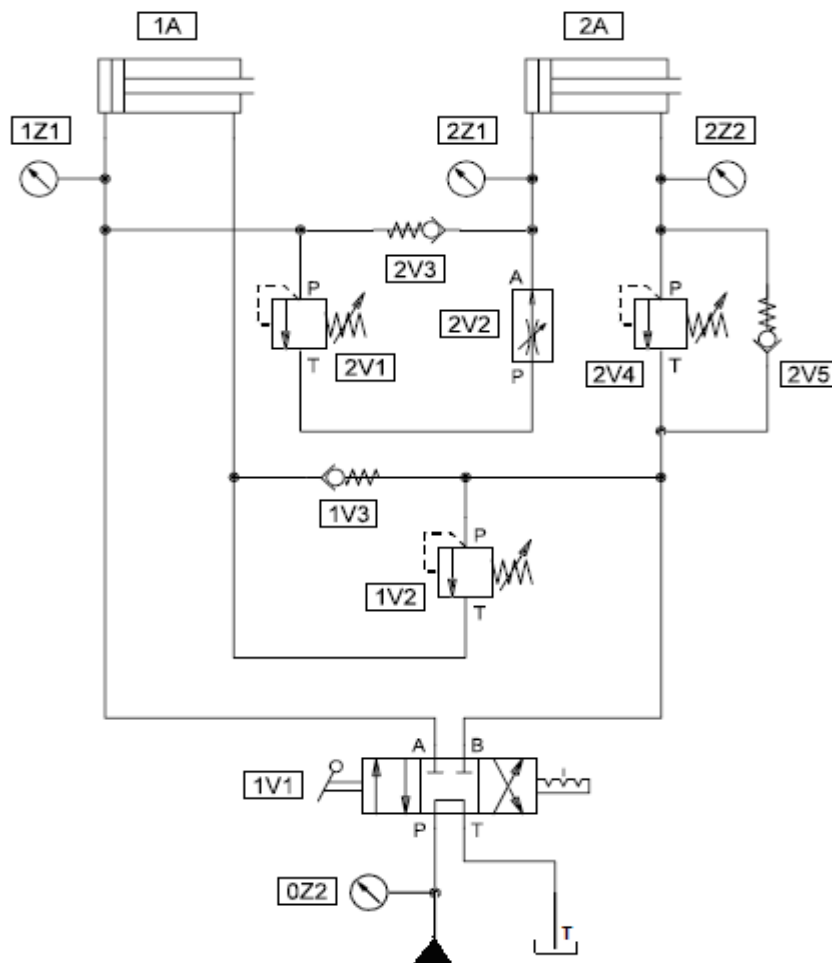
1. Thiết bị khoan chi tiết.



Hình 5.52 Mô hình công nghệ của thiết bị khoan chi tiết

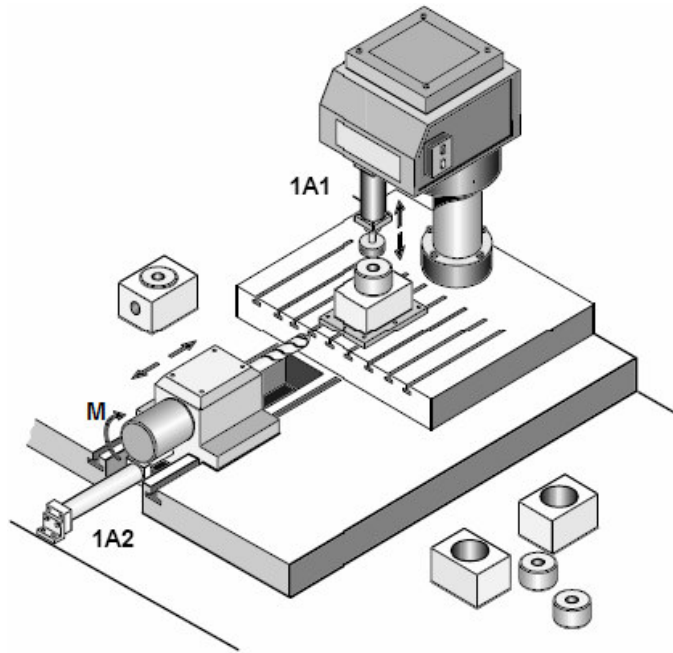


Hình 5.53 Sơ đồ hành trình bước của thiết bị khoan chi tiết

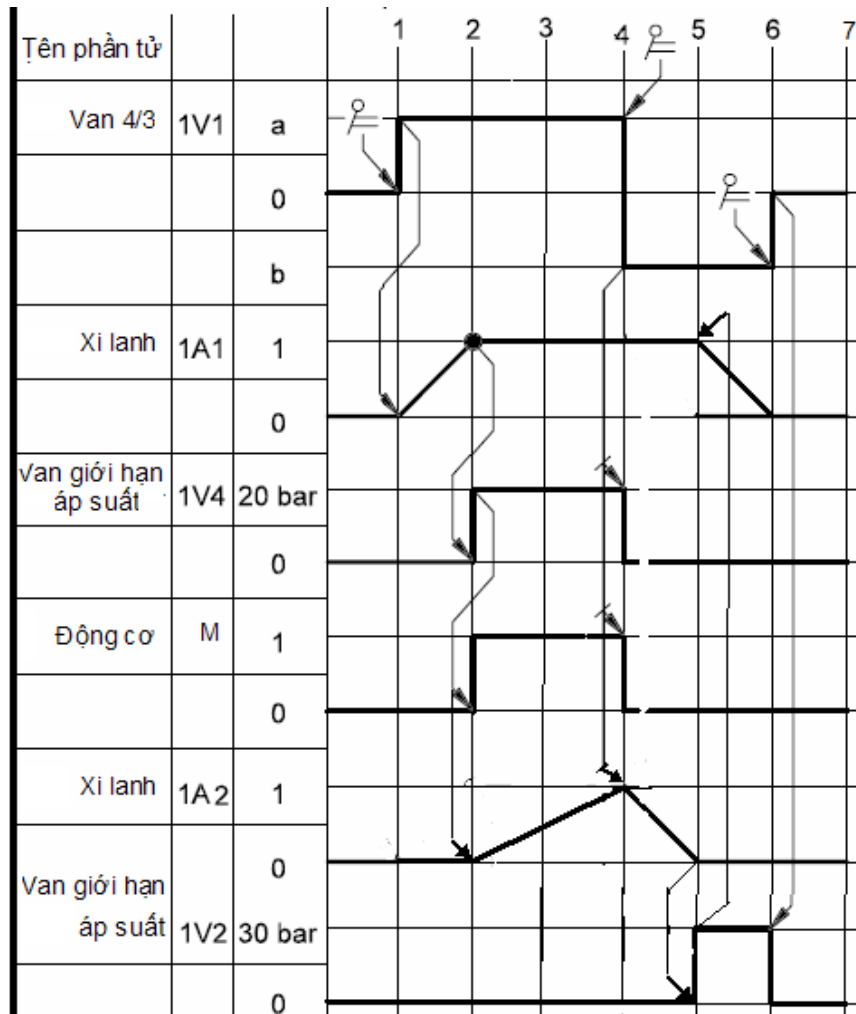


Hình 5.54 Sơ đồ hệ thống điều khiển của thiết bị khoan chi tiết

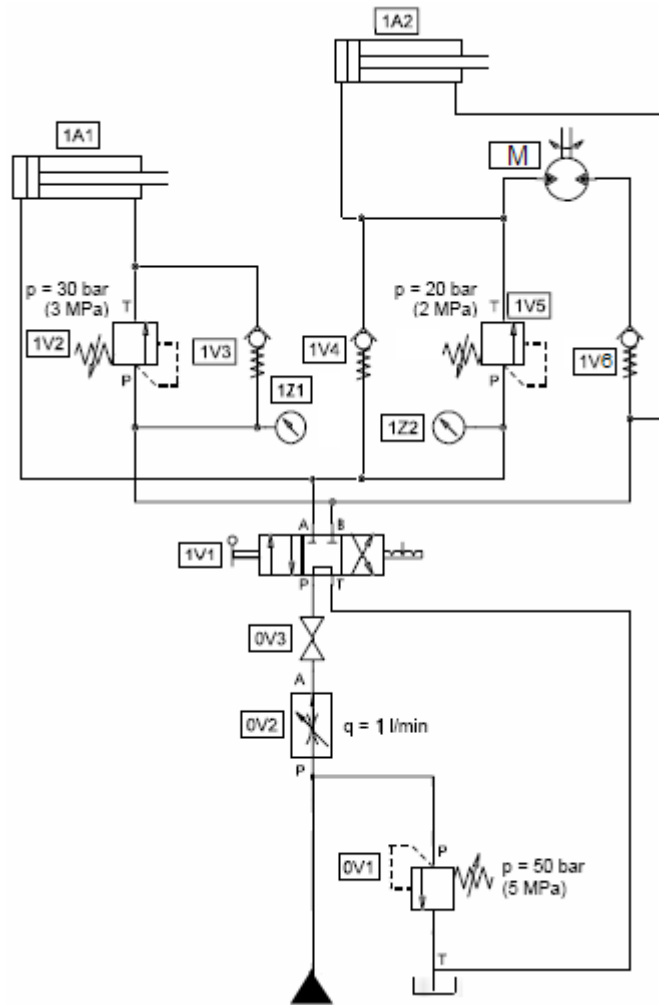
2. Thiết bị lắp ráp chi tiết.



Hình 5.55 Mô hình công nghệ của thiết bị lắp ráp chi tiết

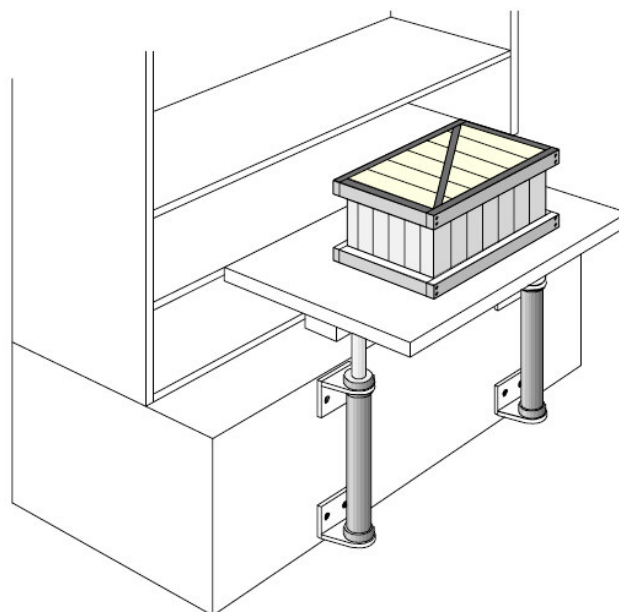


Hình 5.56 Sơ đồ hành trình bước của thiết bị lắp ráp chi tiết

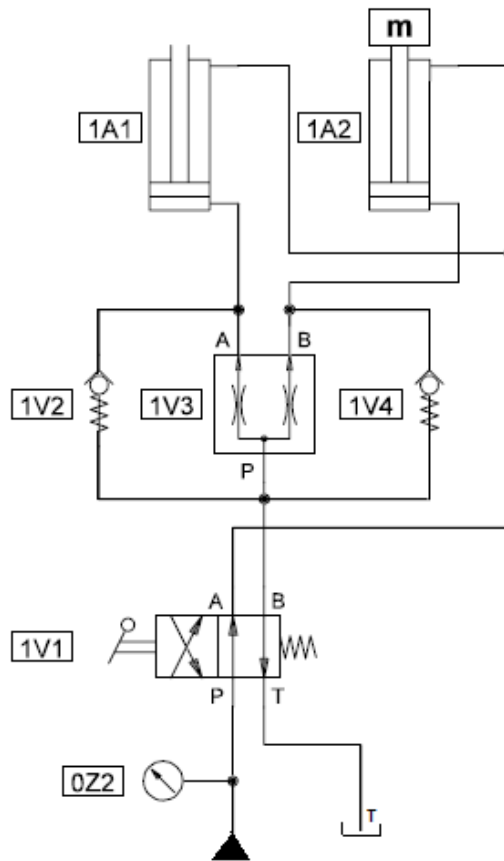


Hình 5.57 Sơ đồ hệ thống điều khiển của thiết bị lắp ráp chi tiết

### 5.12.2. Hệ thống sử dụng bộ phân phối lưu lượng

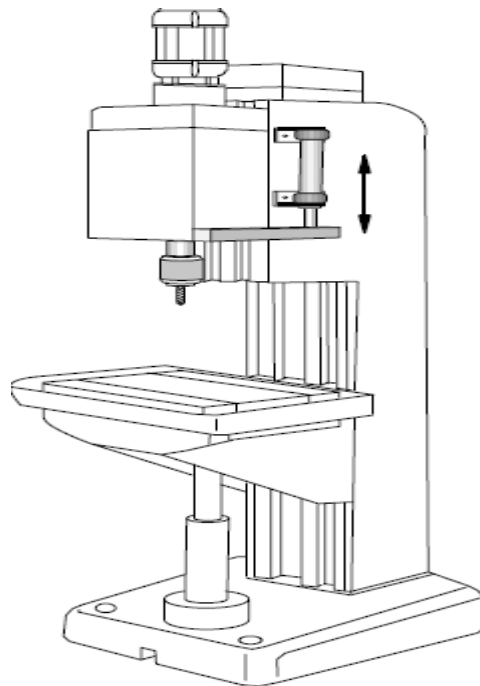


Hình 5.58 Mô hình công nghệ sử dụng bộ phân phối lưu lượng

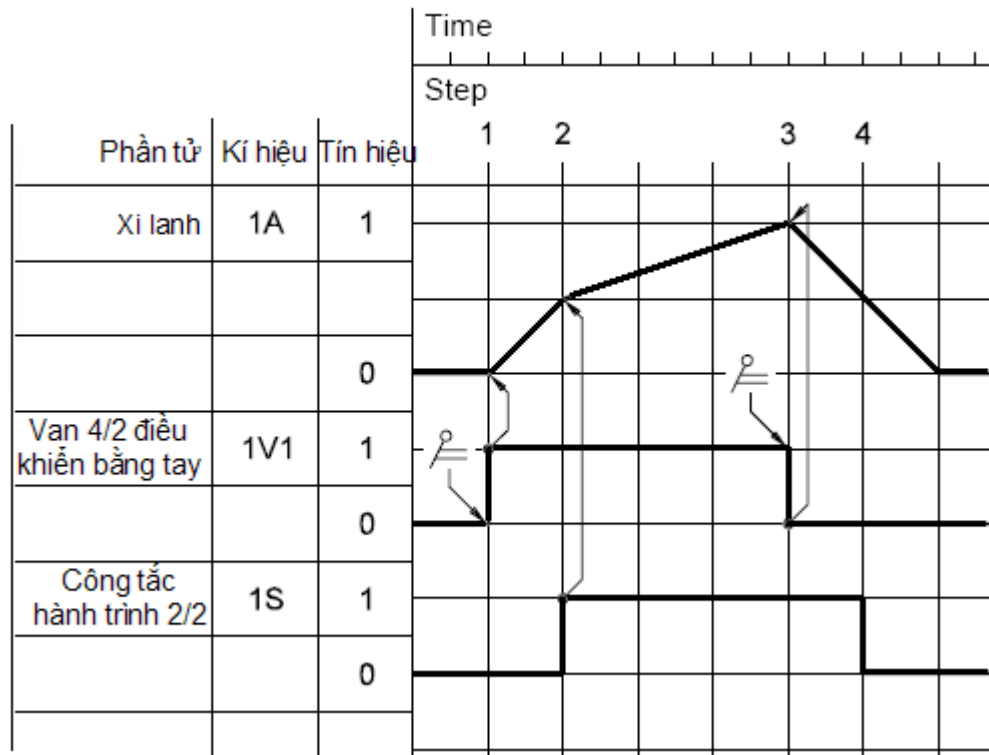


Hình 5.59 Sơ đồ hệ thống điều khiển sử dụng bộ phân phối lưu lượng

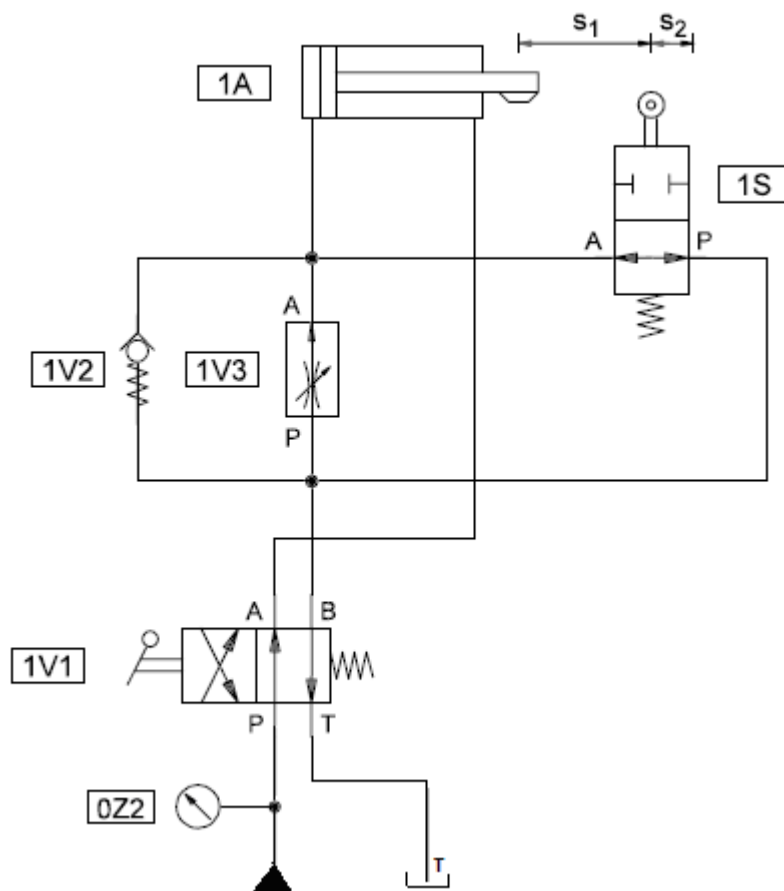
### 5.12.3. Hệ thống sử dụng van ổn tốc



Hình 5.60 Mô hình công nghệ sử dụng van ổn tốc



Hình 5.61 Sơ đồ hành trình bước của hệ thống điều khiển sử dụng van ổn tốc



Hình 5.62 Sơ đồ hệ thống điều khiển sử dụng van ổn tốc

**Tài liệu tham khảo**

- [1] Hệ thống bài tập thực hành trên thiết bị FESTO DIDACTIC- Khoa Điện – Điện tử, ĐHSPKT HY.
- [2] TS. Nguyễn Ngọc Phương – Hệ thống điều khiển khí nén - thủy lực – 1999.
- [3] PGS.TS Bùi Hải Triều- Truyền động khí nén-thủy lực-2005.
- [4] FESTO DIDACTIC – Document.