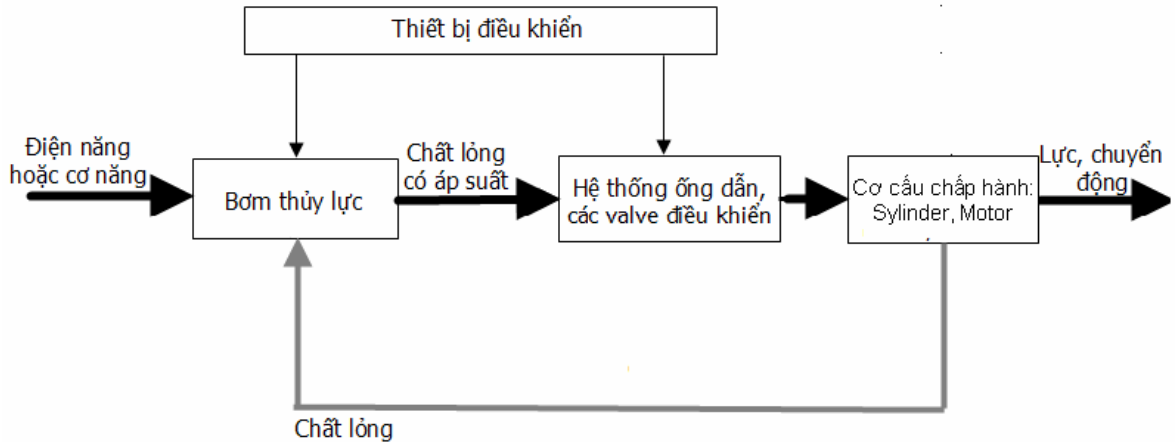


Chương 5. HỆ THỐNG THỦY LỰC

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

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 tử 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).

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 valve điều khiển lưu lượng
 - Vận hành và đảo chiều êm ả
- Điều khiển, điều chỉnh tốt.

Bảng 5.1

	Truyền động điện	Truyền động thủy lực	Truyền động khí nén
<i>Vận tốc làm việc</i>	Cao	Khoảng 0,5 m/s	Khoảng 1.5m/s
<i>Giá thành nguồn</i>	Thấp	Cao	Rất cao
	Tỷ lệ 0.25:1:2.5		
<i>Chuyển động thẳng</i>	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
<i>Chuyển động quay</i>	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
<i>Độ chính xác trong điều khiển vị trí</i>	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
<i>Tính ổn định</i>	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
<i>Lực</i>	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

Một số nhược điểm quan trọng:

- Có thể gây bẩn, 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 (Hình 5.2)

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

Phần thủy lực, gồm:

- 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 dòng thủy lực (Power control section)

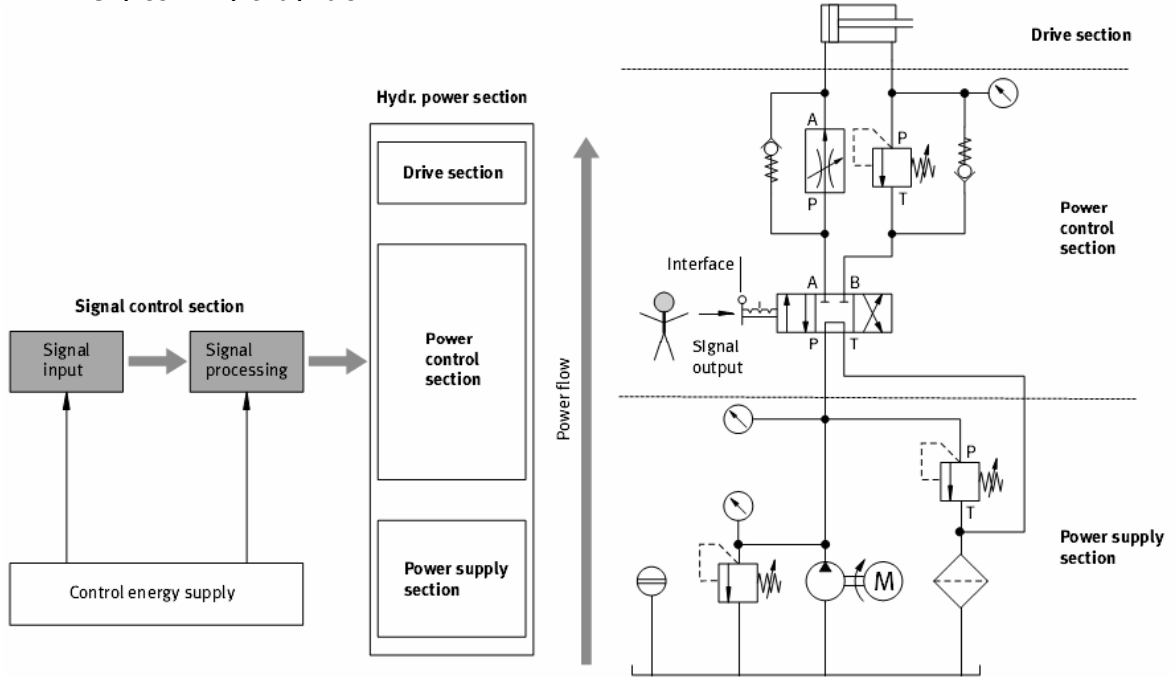
Trong hệ thống thủy lực, năng lượng được truyền dẫn giữa bơm và cơ cấu chấp hành đảm bảo những giá trị xác định theo yêu cầu công nghệ như lực; mô men; vận tốc hoặc tốc độ quay. Đồng thời cũng phải tuân thủ những điều kiện vận hành hệ thống. Vì vậy, các van được lắp đặt trên các đường truyền đóng vai 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)

Phần tín hiệu điều khiển, gồm:

- Các phần tử đưa tín hiệu (signal input) như: 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



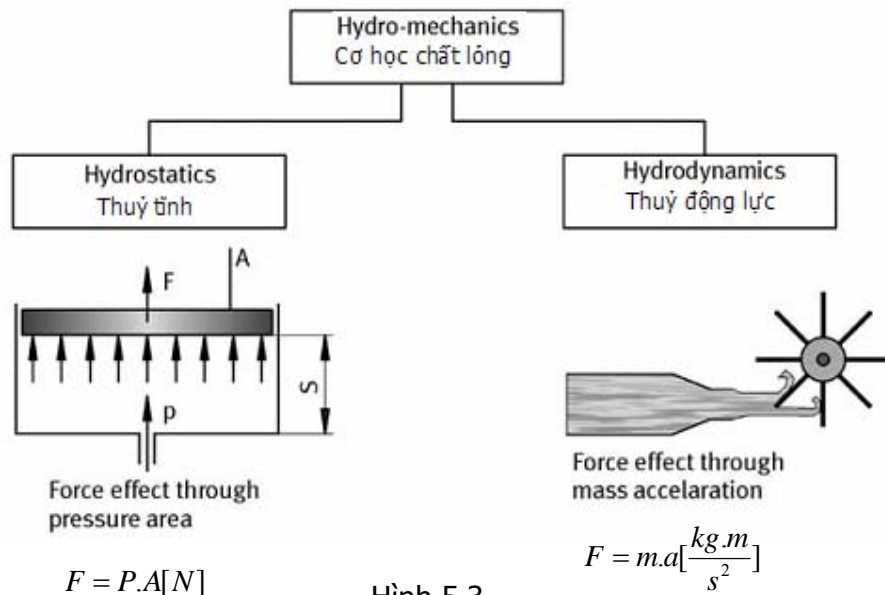
Hình 5.2

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

1. Áp suất thủy tĩnh P_s :

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

trong đó: P_s là áp suất thủy tĩnh (hydrostatics pressure)

h chiều cao cột nước [m]

ρ 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)

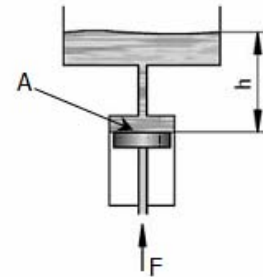
Reservoir: $h = 15 \text{ m}$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2 = 10 \text{ m/s}^2$$

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

$$p_s = 150\,000 \text{ Pa} = 1,5 \text{ bar}$$



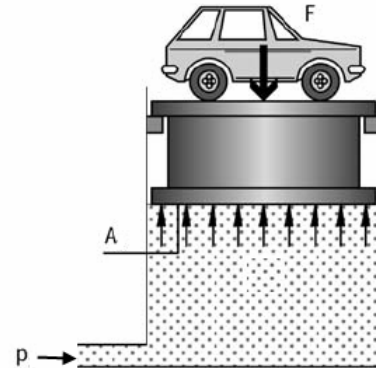
Hình 5.4

2. Lực

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

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 $P = 75\text{bar}$. Vậy piston cần phải có diện tích $A = ?$.

$$A = \frac{F}{P} = \frac{150000\text{N}}{75 \cdot 10^5 \text{Pa}} = 0,002 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{N}} = 0,002 \text{m}^2 = 20 \text{cm}^2$$



Hình 5.5

3. Truyền lực (Power transmission)

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:

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

do vậy hình dáng của bình chứa không có ý nghĩa.

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

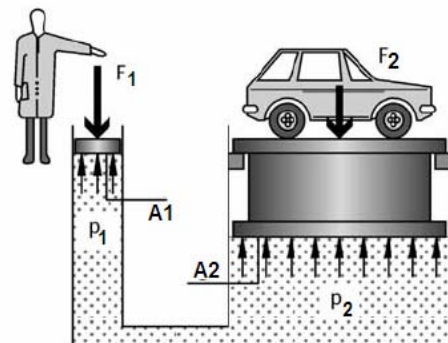
thông qua môi trường chất lỏng có áp suất.

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

suy ra:

$$F_1 = \frac{A_1}{A_2} F_2$$

Hay hệ số khuếch đại lực là: A_2/A_1



Hình 5.6

4. Lưu lượng

Trong thủy lực học, lưu lượng chất lỏng được ký hiệu là Q

$$Q = \frac{V}{t}$$

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

$$V = \text{Thể tích} \quad [\text{m}^3]$$

$$t = \text{Thời gian} \quad [\text{s}]$$

5. Phương trình dòng chảy liên tục

$$Q = A \cdot v$$

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

$$v = \text{Tốc độ dòng chảy} \quad [\text{m}/\text{s}]$$

$$A = \text{Tiết diện ngang} \quad [\text{m}^2]$$

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

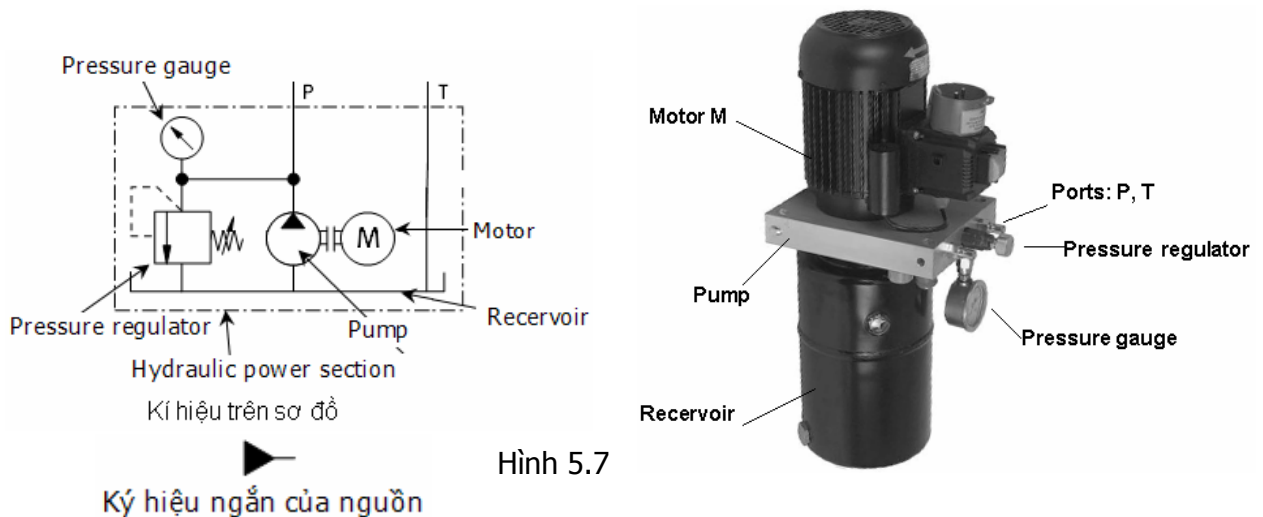
$$\text{Hoặc} \quad A = \frac{Q}{v} \quad \text{hay} \quad v = \frac{Q}{A}$$

5.4 Khối nguồn thủy lực

Một khối nguồn đơn giản nhất (hình 5.7) 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 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...



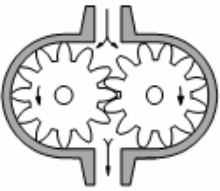

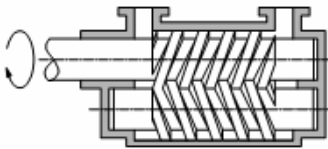
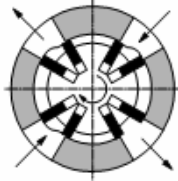
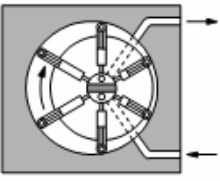
Một điểm khác với hệ thống khí nén là trong hệ thống thủy lực, dầu thủy lực hầu như không chịu nén nên việc sử dụng bình tích áp ít hiệu quả, vì vậy trong mỗi hệ thống thủy lực sẽ thường bao gồm ít nhất một bộ nguồn thủy lực và khi vận hành hệ thống thủy lực thì cũng chính là phải vận hành bơm thủy lực.

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

	Types of design	Speed range r.p.m.	Displacement volume (cm ³)	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, Q [lit/phút], 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 $v=2,8$ cm^3 /vòng. Lưu lượng của bơm sẽ là:

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

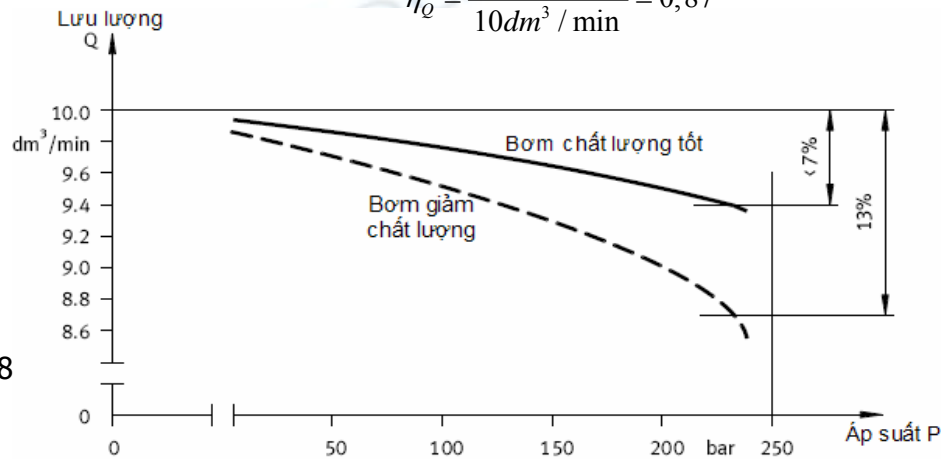
- Quan hệ giữa lưu lượng và áp suất của bơm (hình 5.8)

Qua đồ thị cho thấy khi áp suất tăng lên, lưu lượng giảm chút ít (do rò rỉ dầu). Với bơm chất lượng tốt: 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 5.8

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

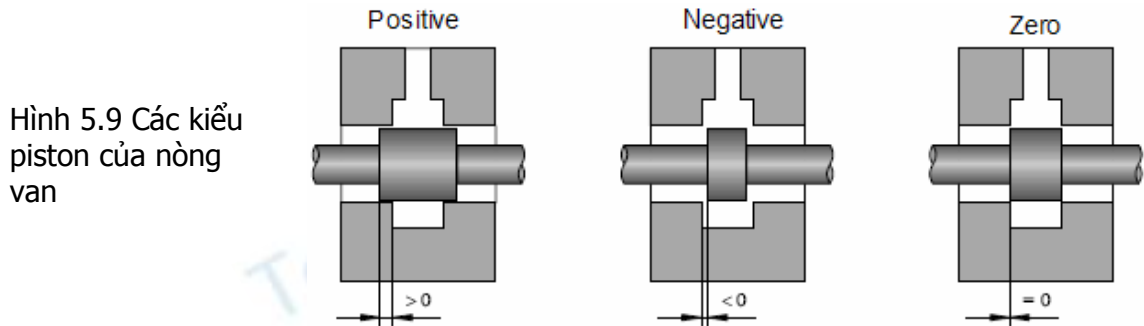
5.5.1 Ký hiệu chung (Bảng 5.3)

Directional control valve			Bảng 5.3		
2/2-WV	Normal position "closed" (P, A)		4/3-WV	Mid position "closed" (P, A, B, T)	
	Normal position "flow" (P → A)			4/3-WV	Mid position "Pump re-circulating" (P → T, A, B)
3/2-WV	Normal position "closed" (P, T → A)		4/3-WV		"H" mid position (P → A → B → T)
	Normal position "flow" (P → A, T)			4/3-WV	Mid position "working lines de-pressurised" (P, A → B → T)
4/2-WV	Normal position "flow" (P → B, A → T)		4/3-WV		Mid position "By-pass" (P → A → B, T)
5/2-WV	Normal position "flow" (A → R, P → B, T)				

5.5.2 Các tiêu chuẩn chung

- Chuẩn về đường kính cho các van tính theo mm, có:
4;6;10;16;20;22;25;30;32;40;50;52;63;82;100;102
- Chuẩn về áp suất làm việc:
25; 40; 60; 63; 100; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630
- Về lưu lượng: Lưu lượng định mức Q_n (l/min) khi tổn thất về áp suất $\Delta P = 1\text{bar}$; lưu lượng cực đại Q_{\max} (l/min) ứng với ΔP tương ứng
- Các chuẩn khác về độ nhớt của dầu, nhiệt độ dầu

5.5.3 Các chuẩn về quá độ chuyển trạng thái của van có thể được giải thích theo các giải pháp chế tạo Piston của nòng van (hình 5.9) và gọi là *trùng trạng thái nòng van*

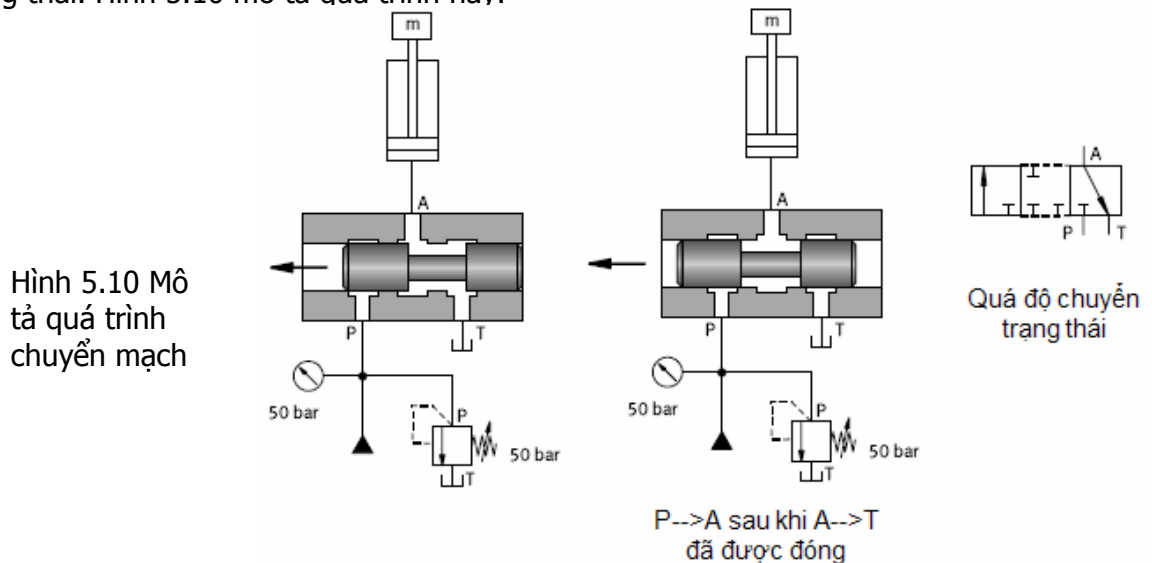


Hình 5.9 Các kiểu piston của nòng van

Sự trùng trạng thái nòng van có ý nghĩa đối với tất cả các loại van. Hầu hết các van có trùng trạng thái chuyển mạch đều được chọn vì mục đích sử dụng khác nhau. Trong thực tế, người ta thường chế tạo các van với các kiểu piston nòng van như được biểu diễn trên hình 5.9:

- Trùng chuyển mạch nòng van dương (*Positive switching overlap*)

Khi thực hiện đảo chiều, qua trình chuyển mạch diễn ra trước hết là các cửa vào/ra đều được đóng. Vì vậy không xảy ra sụt áp suất trong hệ thống trong quá trình chuyển trạng thái. Hình 5.10 mô tả quá trình này.



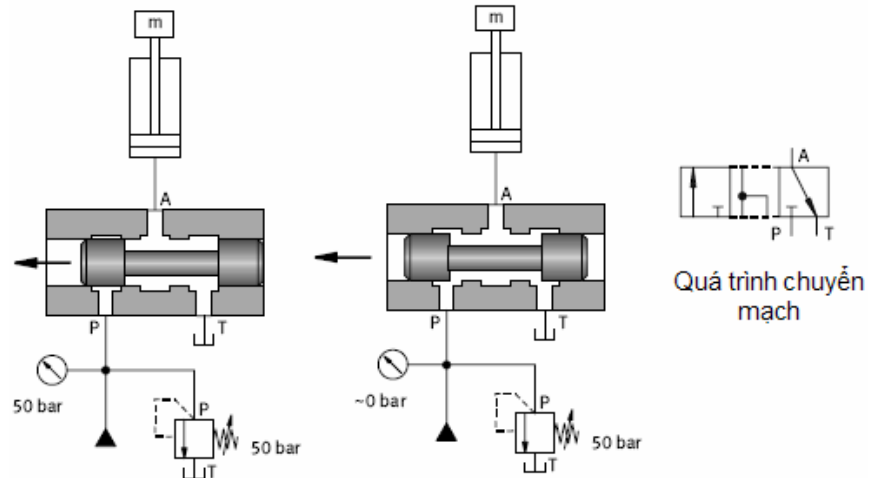
Hình 5.10 Mô tả quá trình chuyển mạch

Quá độ chuyển trạng thái

- Quá trình chuyển mạch trùng trạng thái nòng van âm (*Negative switching overlap*)

Khi thực hiện đảo chiều, qua trình chuyển mạch diễn ra trước hết là các cửa vào/ra đều được mở thông với nhau. Vì vậy xảy ra sụt áp suất trong hệ thống trong quá trình chuyển trạng thái. Hình 5.11 mô tả quá trình này.

Hình 5.11 Mô tả quá trình chuyển mạch



- Quá trình chuyển mạch trùng trạng thái zero: cho các van cần chuyển mạch nhanh – khoảng cách dịch chuyển ngắn.

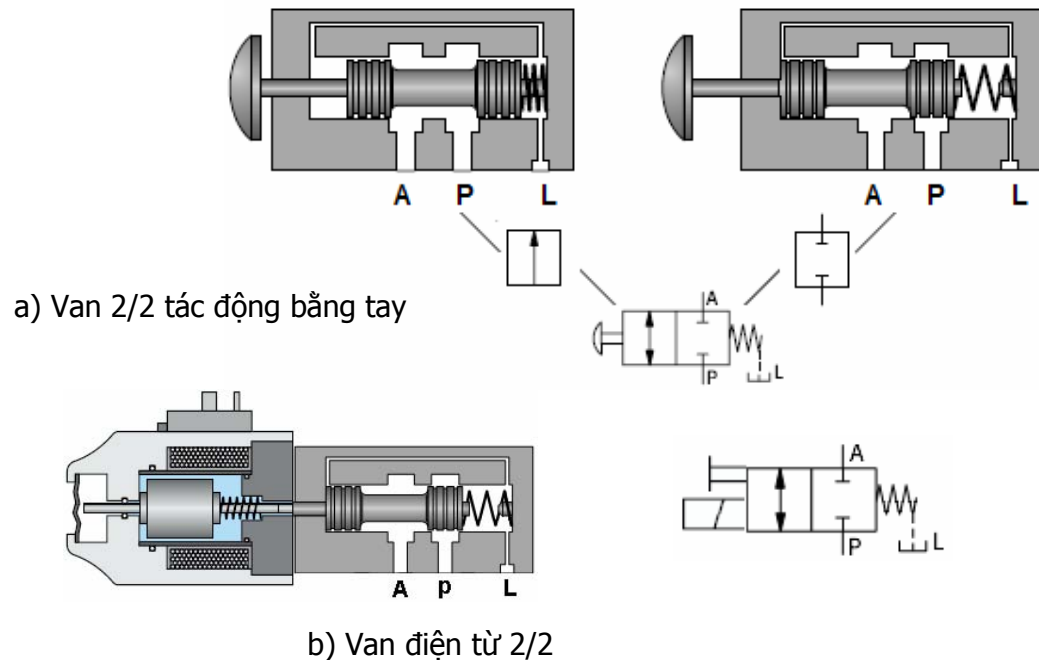
*) Trên cơ sở các nguyên tắc trên, thực tế có thể sử dụng các van theo các mục đích:

+ Quá trình chuyển trạng thái được bắt đầu từ việc mở nguồn áp suất (P) vào các phần tử công suất và từ các phần tử này, áp suất được xả về bể chứa dầu.

+ Quá trình chuyển trạng thái được bắt đầu từ việc mở các đầu ra (A) hoặc (B) vào các phần tử công suất và xả về bể chứa dầu trước khi nối (P) với bơm.

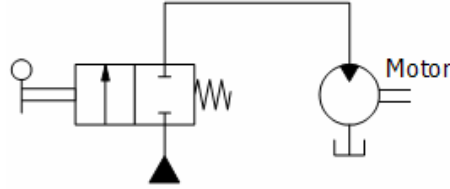
5.5.4 Các Van điều khiển đảo chiều

1. Van 2/2 (Hình 5.12a,b)



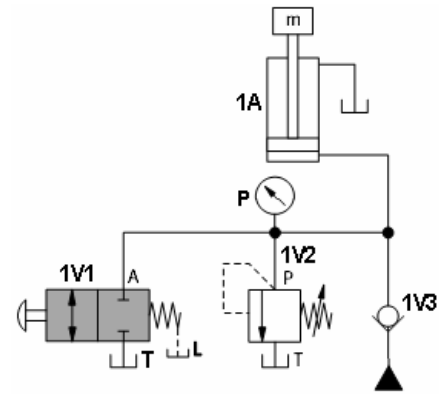
Hình 5.12a,b Van 2/2 có lỗ thoát dầu rò L

* Một số ví dụ ứng dụng của van 2/2 (hình 5.13)



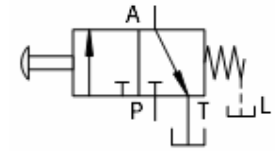
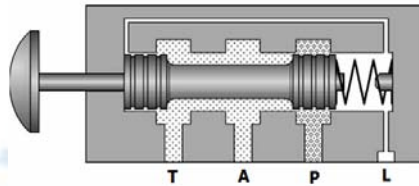
a) Điều khiển Motor thủy lực một chiều quay

Hình 5.13

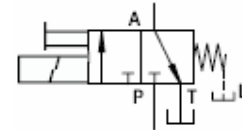
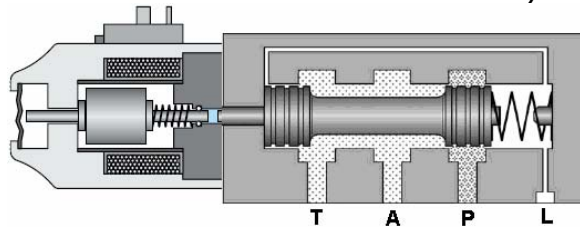


b) Điều khiển nhả Xilanh nâng hạ tải trọng

2. Van 3/2
(hình 5.14a,b)



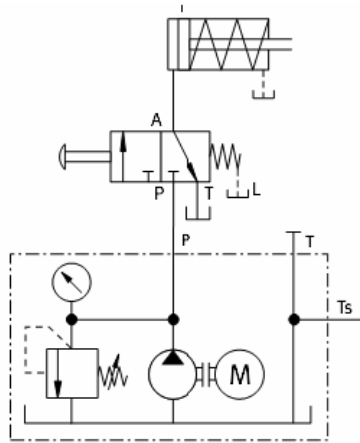
a) Nút ấn 3/2



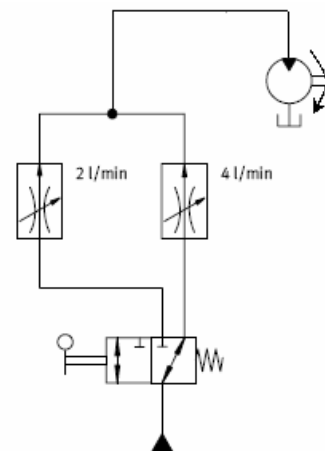
b) Van điện tử 3/2 điều khiển một phía

Hình 5.14 Van 3/2

* Một số ví dụ mạch ứng dụng van 3/2



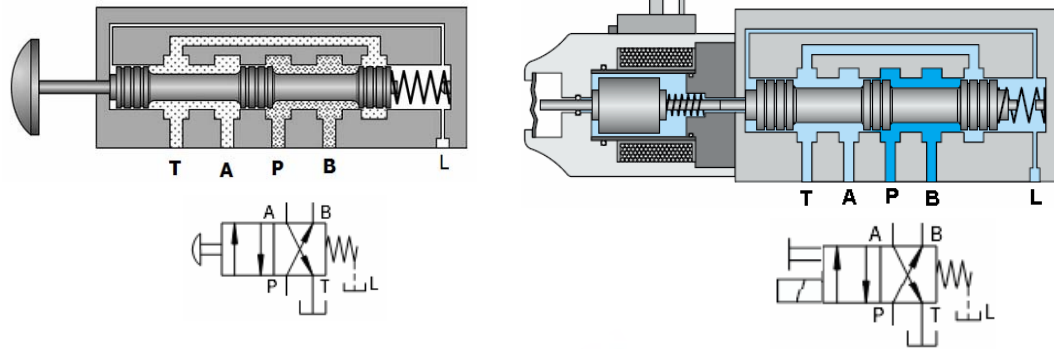
Điều khiển nhả xilanh đơn



Van 3/2 trong bộ shunt lưu lượng

3. Van 4/2

Hình 5.15a,b biểu diễn van 4/2 kiểu 3 piston điều khiển bằng tay và bằng điện từ.

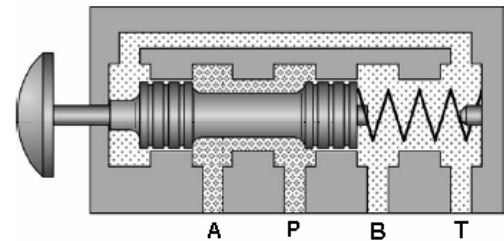


a) Nút ấn 4/2 có lỗ thoát dầu dò

b) Van điện từ 4/2 điều khiển một phía



Hình dáng ngoài của một công tắc dùng van 4/2



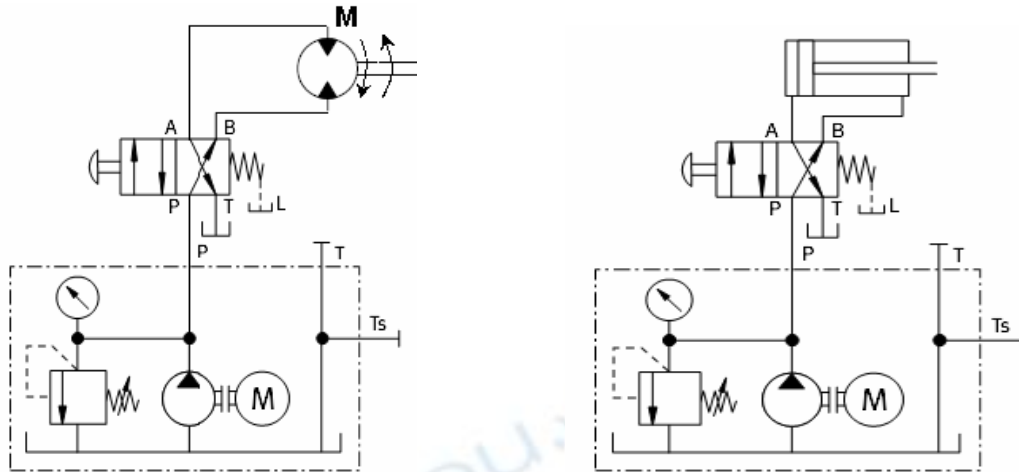
c) van 4/2 có 2 piston, trùng dương

Hình 5.15 a,b,c Van 4/2

Van 4/2 có 2 piston như được tích hợp bởi 2 van 3/2 hoặc 4 van 2/2 tạo nên các trạng thái trung gian: hoặc cả 4 cổng A, P, B, T đều đóng (trùng trạng thái dương); hoặc 4 cổng thông với nhau (trùng trạng thái âm). Vì vậy, nó được ứng dụng trong một số trường hợp sau:

- Chạy nhả xilanh tác dụng kép
- Chạy nhả chiều quay phải, trái motor
- Phân phối nguồn cho hai mạch.

* Một số ứng dụng của van 4/2 (hình 5.16a,b)



a) van 4/2 điều khiển motor có đảo chiều

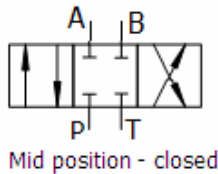
b) van 4/2 điều khiển Xilanh tác dụng kép

Hình 5.16

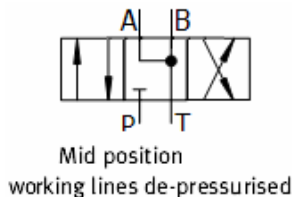
4. Van 4/3

Một số kiểu van 4/3 sau đây thường được sử dụng, chúng có thể được chia thành hai nhóm xét theo tải của bơm ở trạng thái trung gian ổn định:

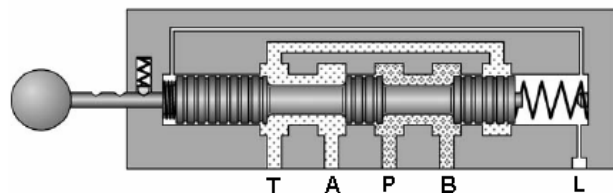
- Nhóm van thứ nhất: Ở trạng thái trung gian, tất cả các cửa đều bị khoá. Cổng (P) bị khoá, bơm tiếp tục làm việc để cấp nguồn cho các vòng điều khiển còn lại.



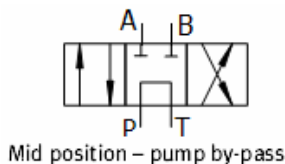
Dừng và giữ piston ở vị trí mong muốn; bơm thủy lực cần phải tiếp tục làm việc để duy trì nguồn cho các vòng điều khiển khác



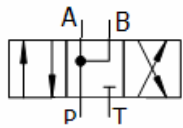
Piston được tự do, bơm thủy lực cần tiếp tục làm việc cho vòng điều khiển khác



- Nhóm van thứ hai: Bơm được xả tải.

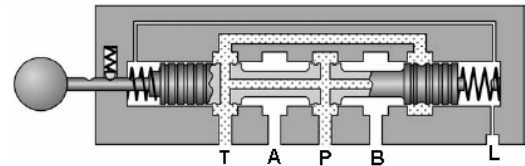
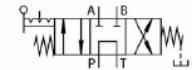


Dừng và giữ piston ở vị trí mong muốn; giải phóng tải cho động cơ kéo máy bơm của nguồn. Chỉ áp dụng cho hệ thống một vòng điều khiển

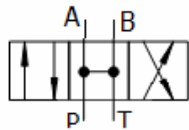


Mid position – by-pass

Piston sẽ di chuyển chậm theo hướng có cần piston



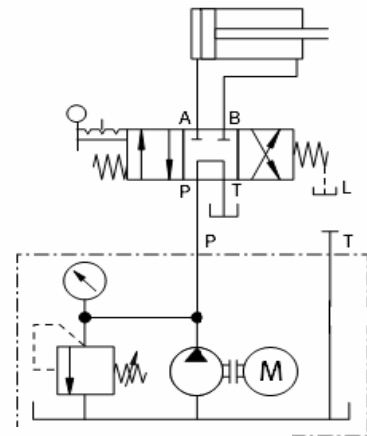
TP 502
 Operating pressure p _____ 6 MPa (60 bar)
 Max. permissible pressure p_{max} _____ 12 MPa (120 bar)
 Actuation _____ Manual



H – mid position

Piston được tự do, bơm thủy lực được giải phóng tải. Hệ thống chỉ có một vòng điều khiển

Ví dụ một trường hợp ứng dụng như hệ thống cho trên hình 5.17
 Ở trạng thái trung gian, nguồn P được nối với đường hồi nhằm xả tải cho bơm dầu.
 Dùng van này chỉ thích hợp khi hệ thống có một vòng điều khiển.



Hình 5.17

*) Van điện tử 4/3 điều khiển hai phía trực tiếp

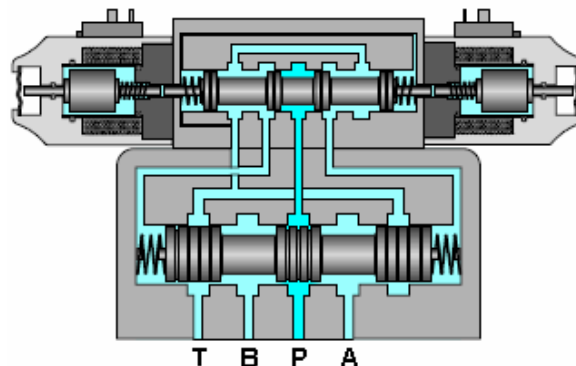


BIBB-H
 Power rating _____ 6,5 W
 Operating pressure p _____ 6 MPa (60 bar)
 Max. permissible pressure p_{max} _____ 12 MPa (120 bar)
 Actuation _____ Electrical

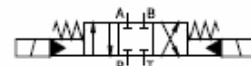


Hình dáng, ký hiệu và các thông số kỹ thuật cơ bản của một van 4/3 điện tử

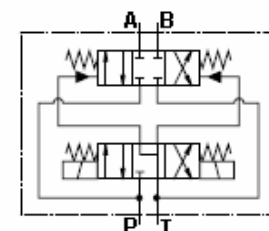
*) Van điện tử 4/3 điều khiển hai phía có van phụ trợ (hình 5.18)



Hình 5.18



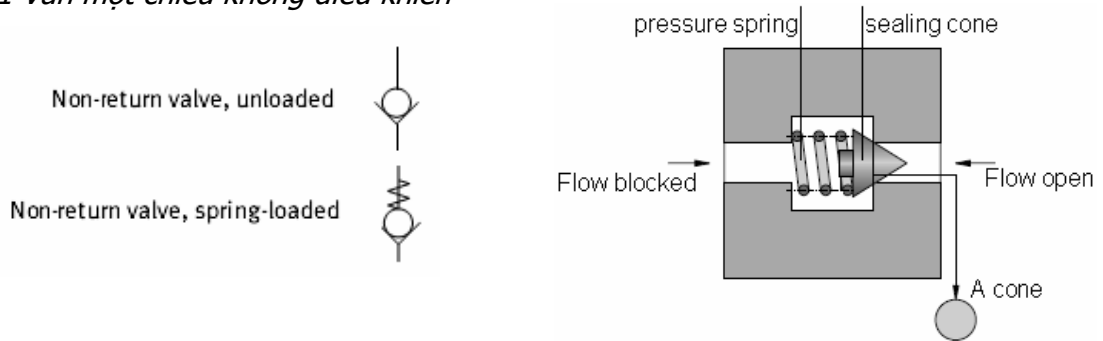
Ký hiệu ngắn trên sơ đồ



Ký hiệu đầy đủ

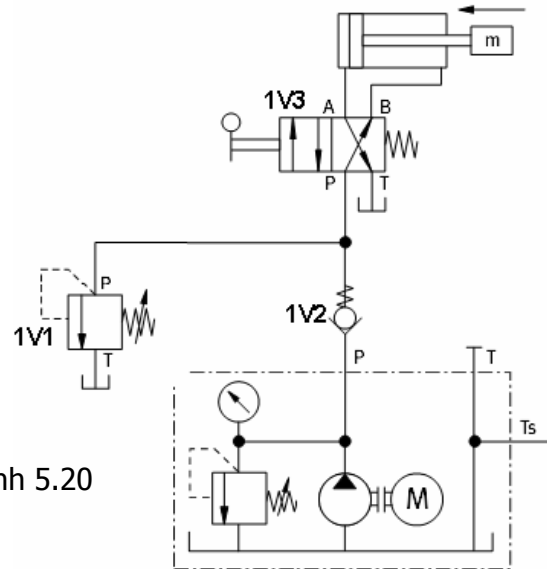
5.6. Các van một chiều (Non-return valves)

5.6.1 Van một chiều không điều khiển



Hình 5.19 van một chiều không có điều khiển

Ứng dụng: trong hệ thống thủy lực, van một chiều được sử dụng để bảo vệ bơm (pump protection). Hình 5.20: 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.

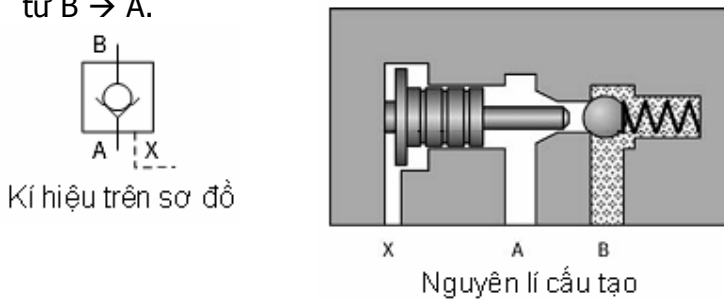


Hình 5.20

5.6.2 Van một chiều có điều khiển

Có hai loại van một chiều kiểu này:

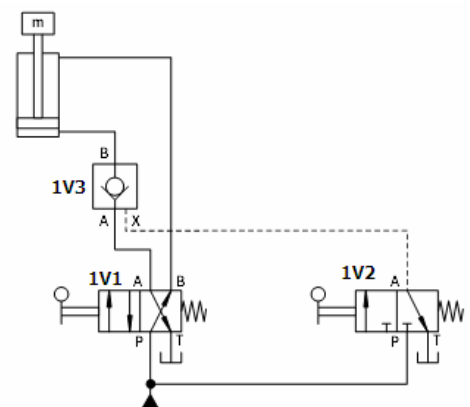
- Van một chiều có điều khiển mở dòng ngược (hình 5.21). Theo chức năng thông thường của van một chiều, dòng thuận chỉ chảy từ A → B. Tuy nhiên, ở van loại này khi có tín hiệu điều khiển X (bằng thủy lực hoặc khí nén), dòng ngược có thể chảy từ B → A.



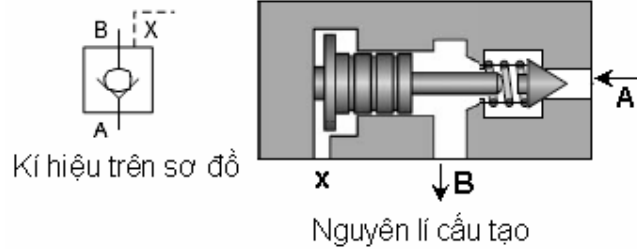
Hình 5.21 van một chiều điều khiển được

Ví dụ ứng dụng:

Khi hạ tải trọng m, người ta điều khiển van một chiều 1V3 thông qua 1V2 (hình 5.22).



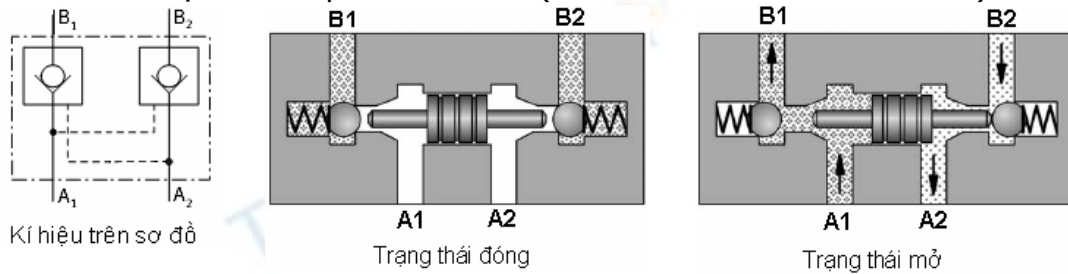
Hình 5.22



Hình 5.23 van một chiều có thể khóa được

- Van một chiều có điều khiển khóa dòng thuận (hình 5.23). 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.

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

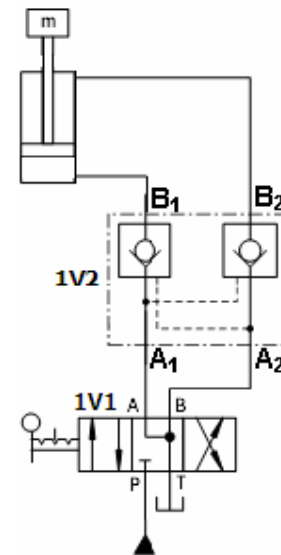


Hình 5.24

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 5.24

Ứng dụng van một chiều kép có điều khiển (hình 5.25). Ở trạng thái trung gian của van 4/3, các cổng A,B và do đó A₁, A₂ 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 (A₁→ B₁ và B₂ →A₂) và ngược lại theo hướng hạ tải trọng: 1V2 mở theo: A₂→B₂ và B₁→A₁



Hình 5.25

5.7 Các van áp suất (Pressure valves)

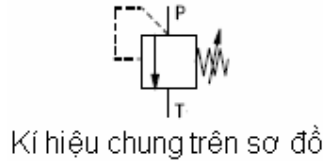
Trong hệ thống thủy lực, van áp suất có nhiệm vụ kiểm tra và điều chỉnh tự động áp suất cho nguồn cung cấp, cơ cấu chấp hành cũng như trong các đường ống.

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

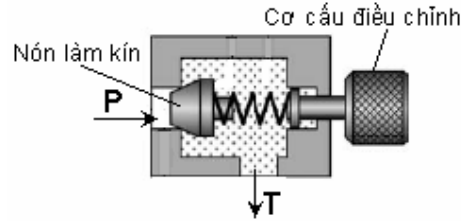
- Van giới hạn áp suất (*Pressure relief valve*)
- Van điều áp (*Pressure regulator*)

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 5.26



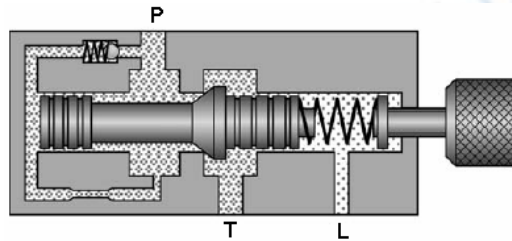
Hình 5.26



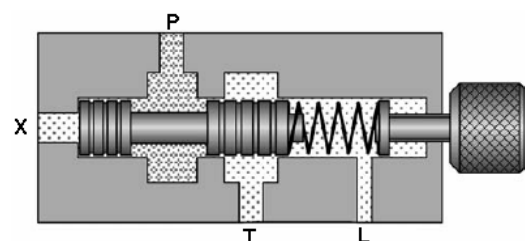
Hình 5.27 Nguyên lí cơ bản

Nguyên lí cơ bản (hình 5.27): 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 lí do nào đó tăng vượt quá lượng đặt, tức lực do nó gây ra đặt 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 5.28a) và có van đệm – điều khiển từ phía ngoài (hình 5.28b)



a) Van áp suất tự điều khiển



b) Van áp suất điều khiển từ bên ngoài

Hình 5.28a,b Các van giới hạn áp suất

Các khả năng ứng dụng của van giới hạn áp suất:

*) Ứng dụng làm van giới hạn áp suất (hình 5.29). 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.

*) 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 tải về áp suất 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 khẩn cấp (hình 5.29).

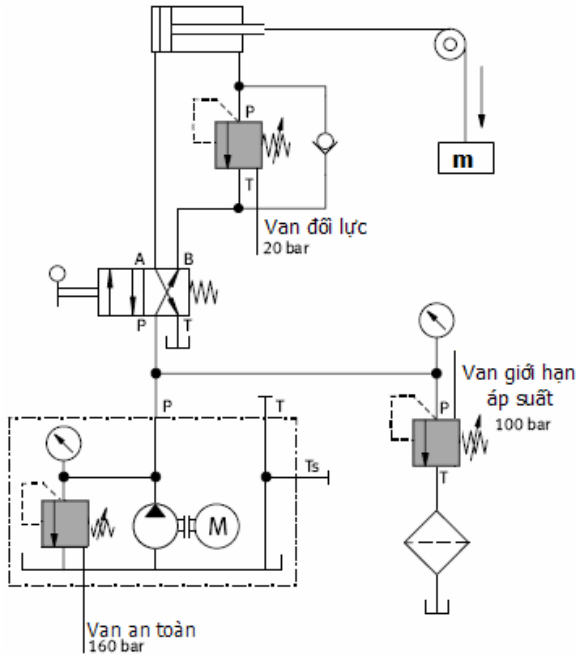
*) Sử dụng làm *van đối lực* (Counter-pressure valve)

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 5.29).

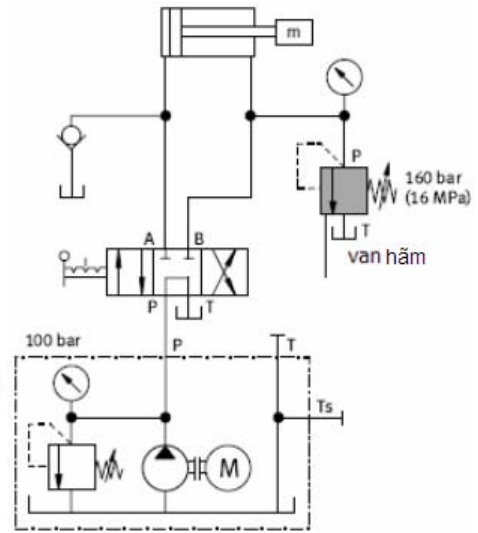
*) Sử dụng làm *van hãm* (Brake valve). Van này ngăn ngừa những đỉnh nhọn áp suất mà chúng có thể nảy sinh do mômen khối quán tính của tải trọng tại thời điểm đột ngột khóa van điều khiển (hình 5.30).

*) Sử dụng làm *van tuần tự* hoặc *van tuần tự áp suất* (Pressure sequence valve).

Áp dụng trong mạch điều khiển tuần tự.

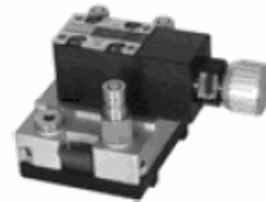


Hình 5.29 mạch ứng dụng van áp suất



Hình 5.30 Ứng dụng van hãm

Hình dáng của một van giới hạn áp suất và thông số cơ bản của nó



Pressure relief valve, piloted

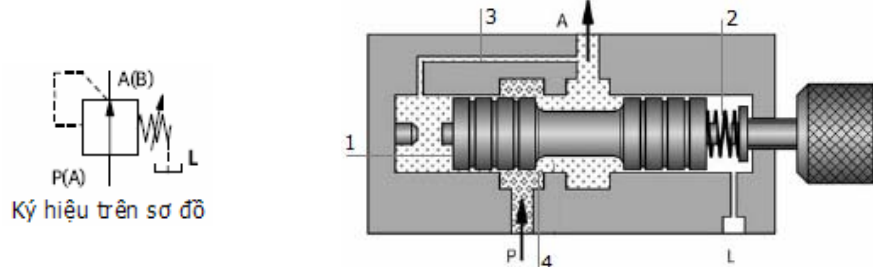
TP 501, BIBB-H, TP 602
Operating pressure p _____ 6 MPa (60 bar)
Max. permissible pressure p_{max} _____ 12 MPa (120 bar)
Adjustment _____ Manual
Actuation _____ Hydraulic

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)



Ký hiệu trên sơ đồ

Hình 5.31 Van điều áp 2 cửa

Nguyên lý hoạt động (hình 5.31):

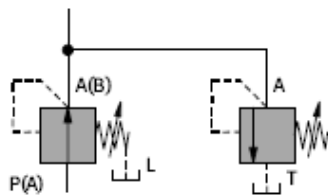
Sau khi đặt yêu cầu áp suất tại đầu ra (A) bằng việc chỉnh lực đàn hồi của lò xo 2, nếu không có dao động áp suất ở đầu vào (P) hoặc đầu ra (A) thì khe hẹp (4) không thay đổi. Giả sử do nguyên nhân nào đó từ phía tải trọng, áp suất tại (A) tăng lên, khi đó lực tác dụng lên diện tích (1) tăng theo và do vậy nòng van sẽ trượt về phía làm hẹp khe hở (4) → làm tăng trở lực → giảm áp suất qua (A). Quá 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 5.32):

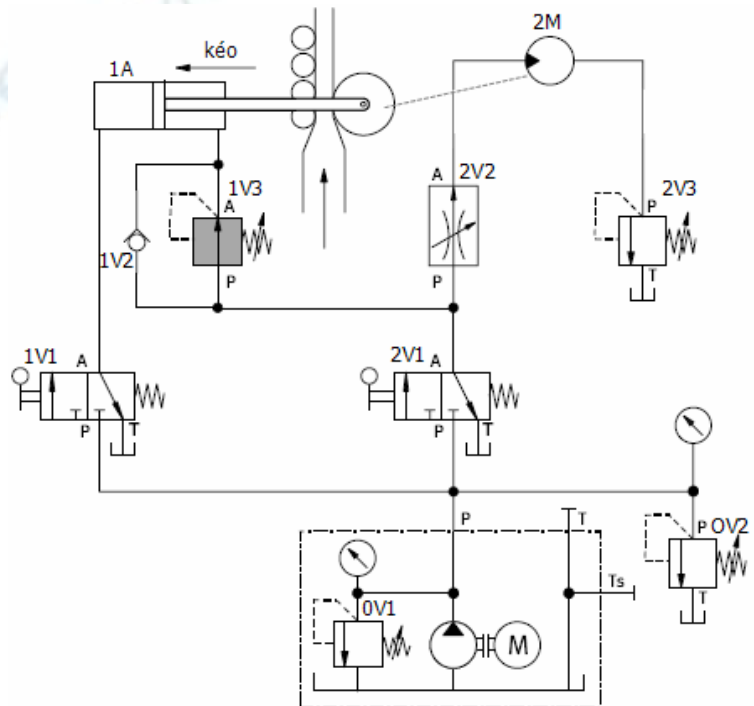
- Thứ nhất, mạch điều khiển một động cơ thủy lực với van ổn tốc (2V2) để truyền động cho một trục lăn, trục lăn này được sử dụng để ép dính các lớp vật liệu dạng tấm với nhau.
- Thứ hai, mạch điều khiển xilanh dùng để kéo trục lăn gây nên áp lực nén các tấm vật liệu và cần phải điều chỉnh được lực ép 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 5.33

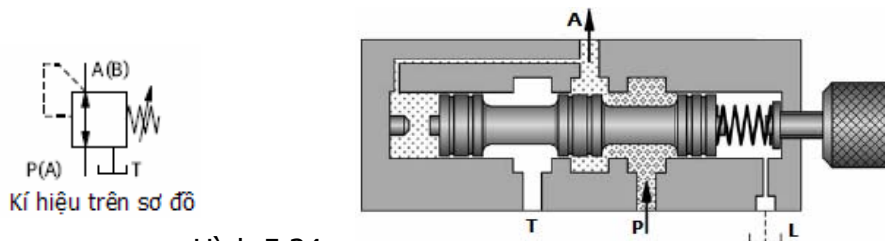


Hình 5.32 ứng dụng của van điều áp 2 cửa

Tuy nhiên, thực tế cho thấy, nếu áp suất tại (A) tăng đến giá trị khiến van điều áp đóng hoàn toàn thì sẽ nảy sinh vấn đề là khi áp suất ở (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 như hình 5.33.

2. van điều áp 3 cửa (3 – way pressure regulator)

Một van điều áp 3 cửa (hình 5.34) 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.



Hình 5.34



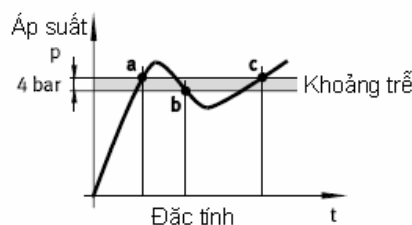
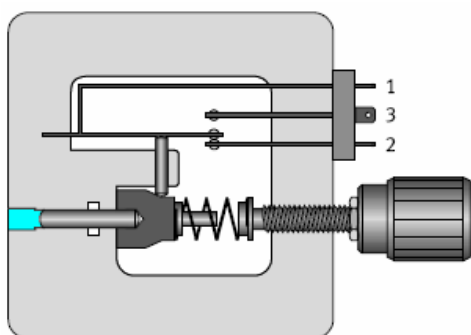
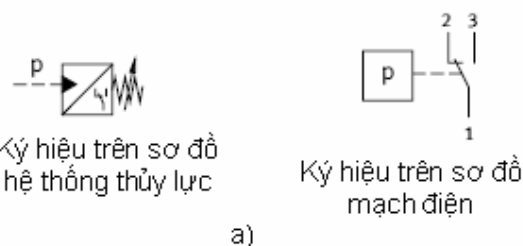
3-way pressure reducing valve

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

Hình dáng và thông số của một van công nghiệp 3 cửa

5.7.3 Công tắc áp suất (Pressure switch)

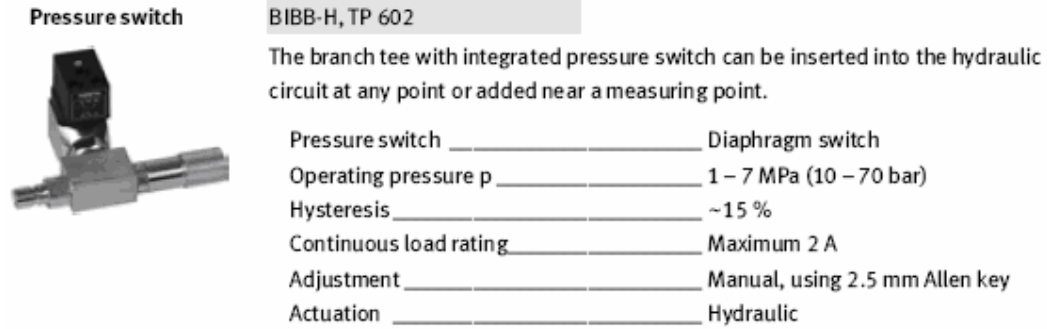


b) Nguyên lý cấu tạo và đặc tính trễ

Hình 5.35a,b Công tắc áp suất

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 5.35a,b).

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.



Hình 5.36 Hình dáng bên ngoài và các thông số kỹ thuật của một công tắc áp suất

5.8. Các van điều khiển lưu lượng (Flow control valves) gọi tắt là 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:

Đối với xilanh: $v = \frac{Q}{A}$ [m/s] với Q: lưu lượng [m³/s]; A: diện tích tác dụng của Piston [m²]

Đối với động cơ: $n = \frac{Q}{V}$ [vg/phut] với Q: lưu lượng [m³/phút]; v: thể tích hành trình [m³/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 (*Restrictor*) (hình 5.37a,b), 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 5.37a,b van hạn chế lưu lượng

2. Van điều chỉnh lưu lượng (Adjustable restrictor) còn gọi là van tiết lưu (throttle valve)

Các khả 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 phía,

ký hiệu trên sơ đồ (hình 5.38). 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 (ΔP) phụ thuộc vào tải trọng của cơ cấu chấp hành. Vì vậy trong thực tế ít dùng.



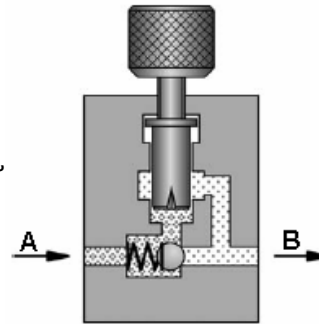
Van tiết lưu hai phía

Hình 5.38

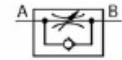
b) Van tiết lưu một chiều (one-way flow control valve) (hình 5.39)

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→B).

Chiều ngược lại (từ B→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.



Nguyên lý cấu tạo



Ký hiệu trên sơ đồ

Hình 5.39 Van tiết lưu một chiều

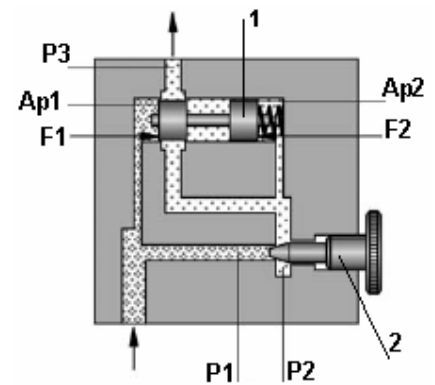
c) Van ổn định tốc độ

Như ta đã biết mối quan hệ giữa tổn thất áp suất ΔP 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 (ΔP) 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 5.40:

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 $F_1=P_1.A_{p1}$ và $F_2= P_2.A_{p2} + F_s$; F_s lực đàn hồi do lò xo, với $A_{p1}=A_{p2}=A_p$
 Khi $F_1=F_2$ thì $\Delta P = P_1 - P_2 = F_s/A_p = \text{const}$



Hình 5.40

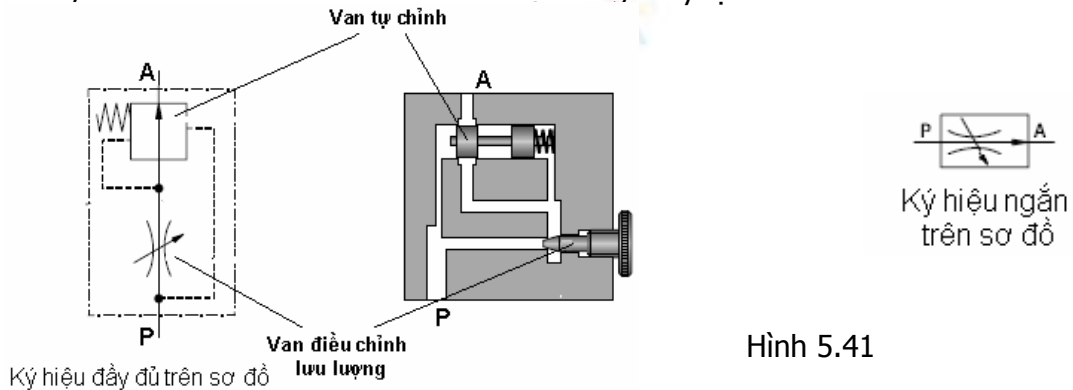
$$P_1 - P_2 = \Delta p$$

Giả sử áp suất ở đầu ra của van (P3) **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 (ΔP) 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, tổn thất ΔP được trả lại giá trị ban đầu không đổi.

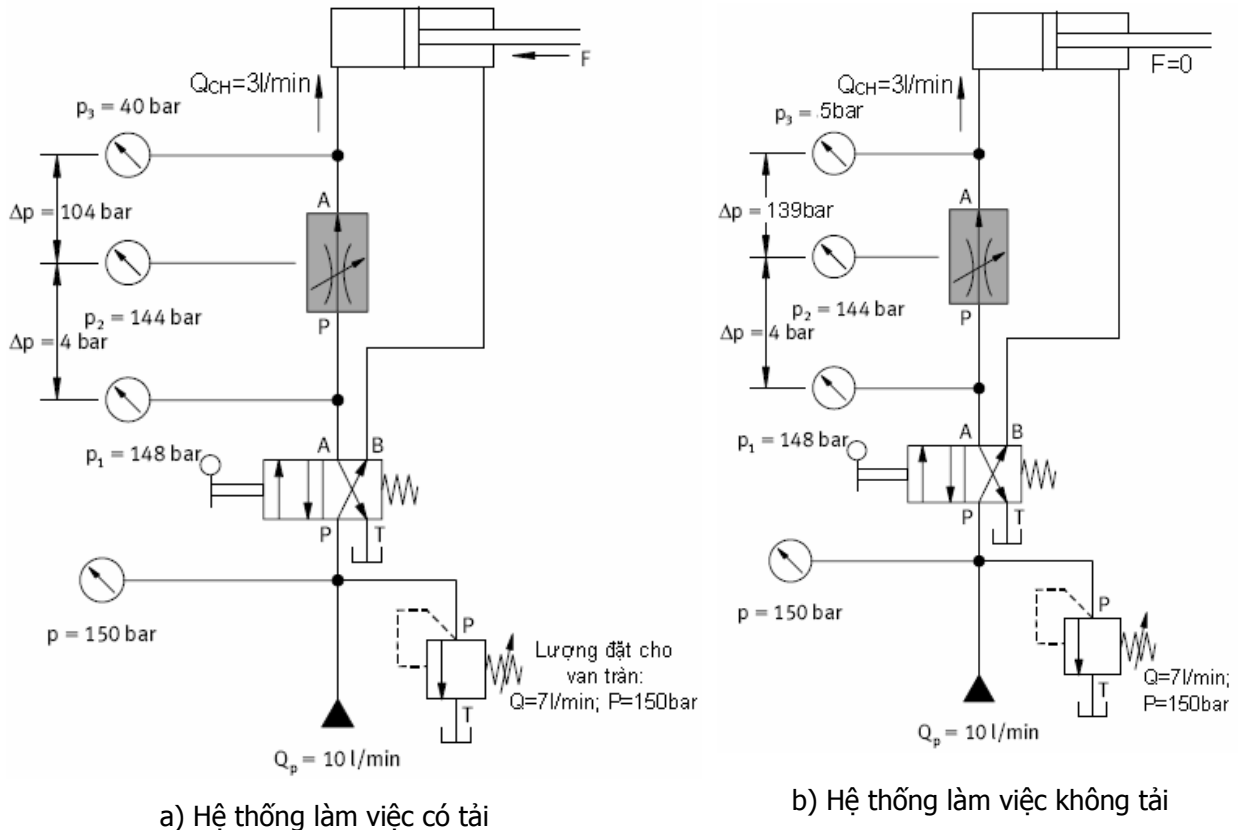
Ngược lại, nếu áp suất đầu ra (P_3) tụt xuống (tốc độ cơ cấu chấp hành có xu hướng tăng), chênh lệch áp suất ΔP tăng, kết quả là lực $F_2 < F_1$ dẫn đến van tự chỉnh (1) đóng bớt lại cho đến khi lập lại cân bằng $F_1 = F_2$

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**

Ký hiệu của van ổn tốc trên sơ đồ hệ thống thủy lực cho trên hình 5.41



Minh họa Hệ thống ứng dụng van ổn tốc (Hình 5.42a,b)



Hình 5.42 a,b HT thủy lực ứng dụng van ổn tốc

5.9 Cơ cấu chấp hành

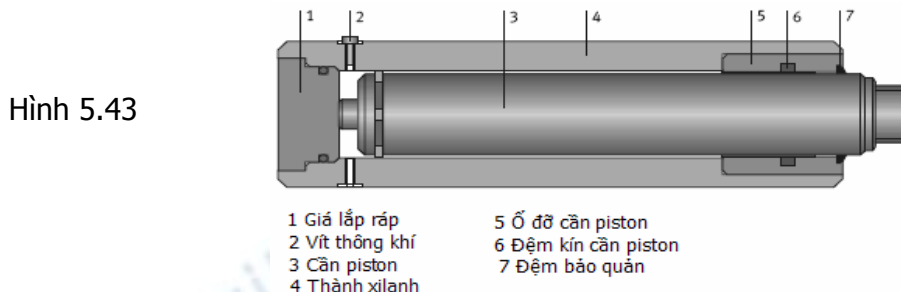
5.9.1 Các xilanh thủy lực

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 (hình 5.43)

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 5.43

- | | |
|-----------------|----------------------|
| 1 Giá lắp ráp | 5 Ổ đỡ cân piston |
| 2 Vít thông khí | 6 Đệm kín cân piston |
| 3 Cân piston | 7 Đệm bảo quản |
| 4 Thành xilanh | |

2. Xilanh tác dụng kép (xem bảng)

Bảng 5.3

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:

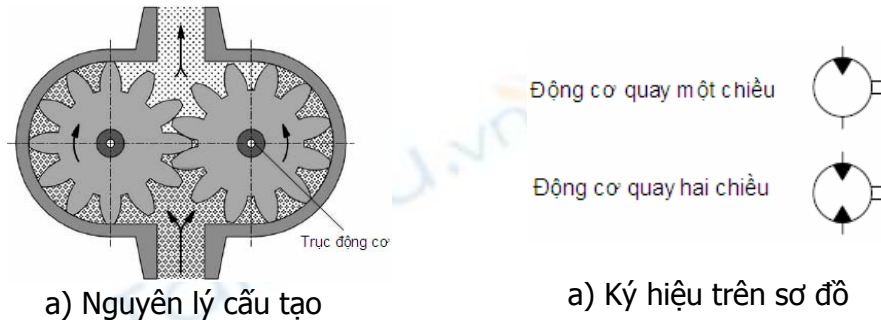
- Tốc độ truyền động: $v = Q/A$ [m/s]
- Lực tác dụng $F = P.A. \eta$ [N]
- Hệ số tỷ lệ diện tích piston $\varphi = A_p/A_{pr}$

Trong đó: η là hiệu suất tổng hợp của piston (0,85 – 0,95); A_p : diện tích piston phía không có cần và A_{pr} - 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 nguyên lý 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 5.44a,b.



Hình 5.44

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 [cm³]

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 ω là tốc độ góc [rad/s] hay [1/s]

Một động cơ thủy lực của hãng Festo cho trên hình 5.45

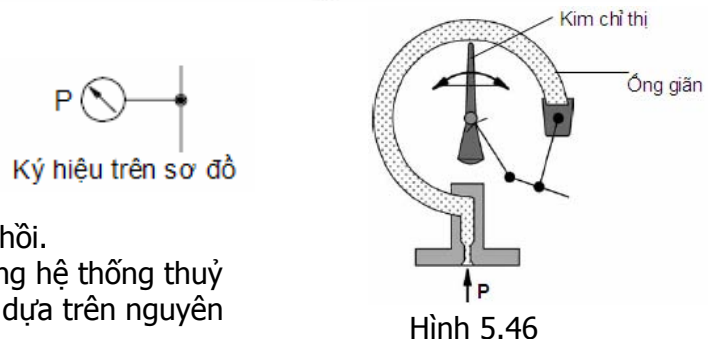


5.10 Các dụng cụ đo lường:

5.10.1 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



Hình 5.46

tắc ống đàn hồi (hình 5.46).

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 ($<25\text{bar}$)

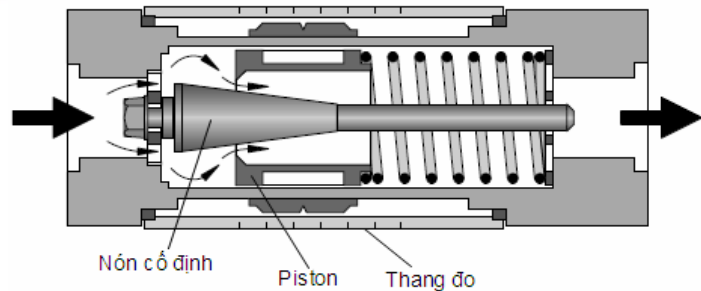
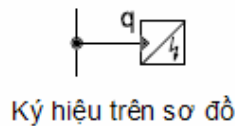
3. Dụng cụ đo áp suất kiểu piston

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



Hình 5.47

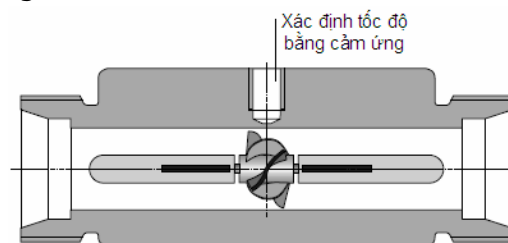
1. Ống đo lưu lượng kiểu piston. Dụng cụ là một ống được ghép nối tiếp vào đường ống cần đo lưu lượng dòng chảy liên tục.

Các bộ phận cơ bản gồm: nón cố định, piston, lò xo phản kháng và thang đo (hình 5.47).

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 thường đến 4%.

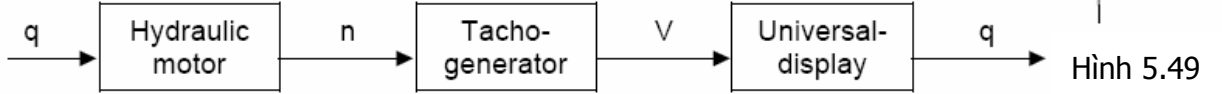
2. Ống đo lưu lượng kiểu tua bin

Dòng thủy lực tác dụng lên cánh tua bin (hình 5.48) 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 5.48

3. Sensor lưu lượng , ký hiệu trên sơ đồ thủy lực được mô tả trên hình 5.49.



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 [l/min].

5.11 Các thí nghiệm xác định đặc tính các phần tử

5.11.1 Thí nghiệm đặc tính của bơm thủy lực

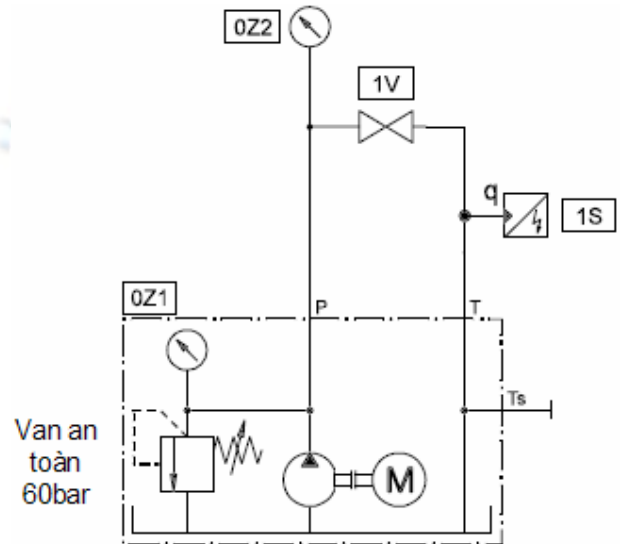
Một trong những đặc tính quan trọng của bơm là quan hệ lưu lượng và áp suất $Q=f(P)$. Sơ đồ hệ thống làm thí nghiệm cho trên hình 5.50 thực hiện cho một bơm có áp suất cực đại cho phép là 60 bar và được bảo vệ bằng van an toàn.

Các bước thực hiện:

B1: Mở toàn bộ van chặn 1V

B2: Khởi động bơm

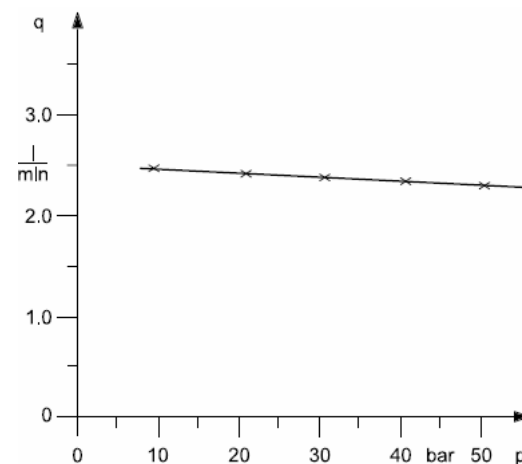
B3: Đóng từ từ van 1V để có áp suất theo các giá trị đã chọn (đọc trên OZ2) và đọc giá trị lưu lượng tương ứng trên lưu lượng kế 1S. Kết quả thí nghiệm ghi trong bảng 5.4 và đồ thị tương ứng trên hình 5.51



Hình 5.50 Xác định đặc tính $Q=f(P)$ của bơm

Bảng 5.4

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 5.51 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 (xem mục 5.4)

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:

B1: Đóng hoàn toàn van chặn 1V1; điều chỉnh lò xo để van giới hạn 1V2 mở sớm nhất.

B2: Khởi động bơm

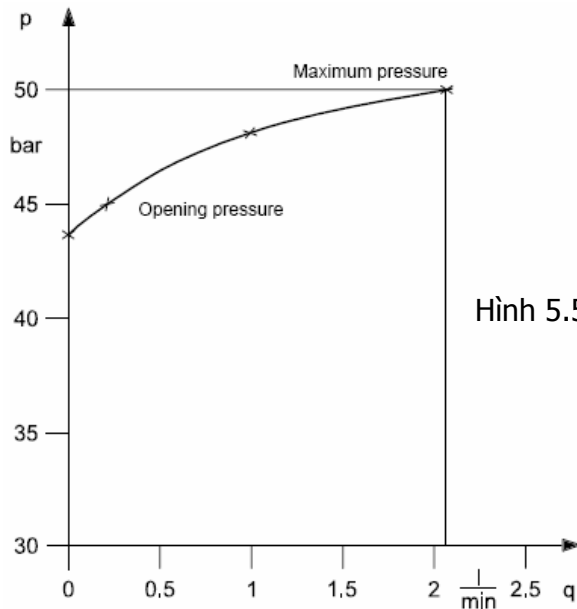
B3: Điều chỉnh đóng từ từ van 1V2 và theo dõi áp suất hệ thống trên OZ2 cho đến khi đạt 50bar.

B4: Mở hoàn toàn van chặn 1V1

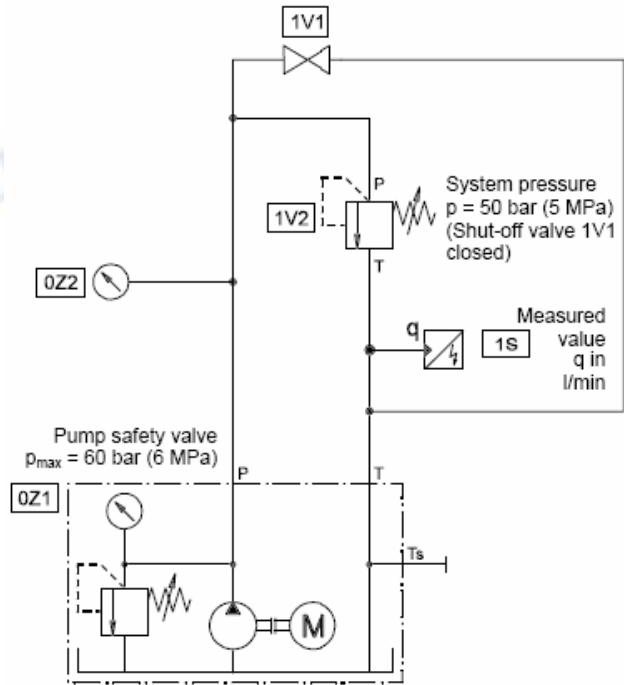
B5: Đóng từ từ van 1V1 để có các giá trị áp suất mong muốn (theo dõi trên OZ2) cùng với các giá trị lưu lượng tương ứng đọc trên lưu lượng kế 1S

Các số liệu ghi vào bảng 5.5

Và đồ thị tương ứng cho trên hình 5.53



Hình 5.53 Đặc tính của một van giới hạn a.s



Hình 5.52 Xác định $Q=f(P)$ của van giới hạn áp suất

Bảng 5.5

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

Chú ý: Do độ nhạy của van, lưu lượng thoát qua van bắt đầu ngay từ khi áp suất tăng đến giá trị xấp xỉ 45 bar cho đến 50 bar thì hầu như lưu lượng được phân nhánh hoàn toàn. Không thể có lưu lượng qua van này tại xấp xỉ 60 bar vì tại giá trị này, van an toàn đã phân nhánh bảo vệ 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 5.54

Các bước thực hiện:

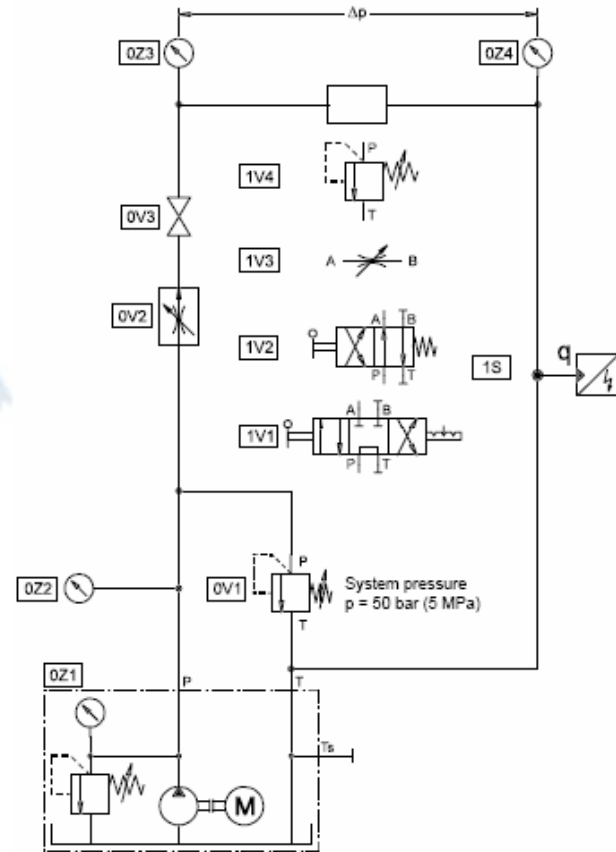
B1: Chọn giá trị giới hạn cho van OV1 bằng van chặn OV3.

B2: Mở hoàn toàn van chặn OV3; thay lần lượt các van 1V1 – 1V4 vào vị trí ô trống và cho chúng *mở hoàn toàn*.

B3: 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 ΔP trên các van. Ví dụ chọn giá trị lưu lượng $Q=2$ l/min cho van ổn định lưu lượng kế 1S bằng việc theo dõi lưu lượng kế 1S
B3: Ứng với mỗi van (1V1-1V4), đọc Các giá trị áp suất tương ứng trên các đồng hồ OZ3; OZ4

$$\Delta P = P_{OZ3} - P_{OZ4}$$

Kết quả thí nghiệm cho một số các phần tử thủy lực của hãng Festo ghi trong bảng 5.6



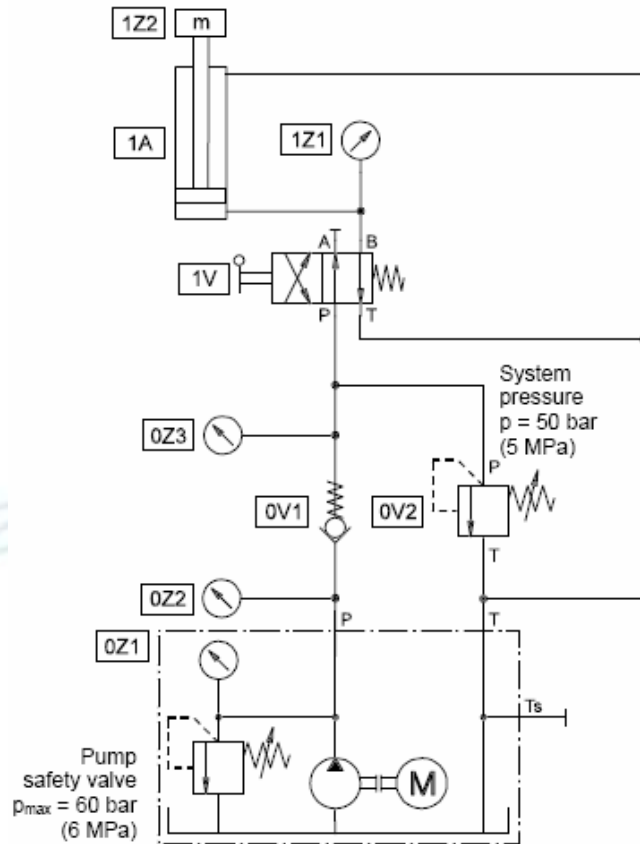
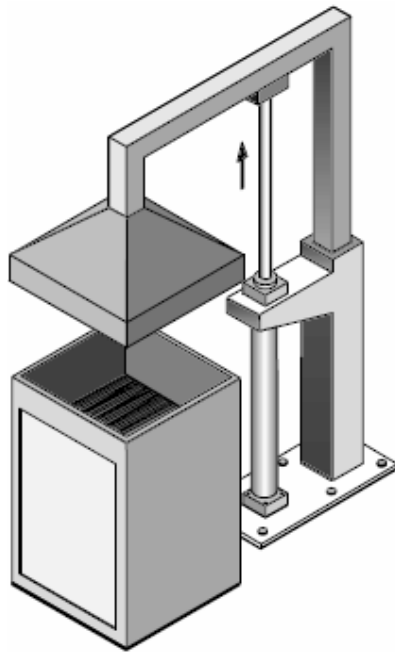
Hình 5.54 Xác định tổn thất a.s trên van

Bảng 5.6

Van	q l/min	p_{OZ3} bar	p_{OZ4} bar	Δp 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 Xi lanh



Hình 5.55

Một hệ thống được mô tả trên hình 5.55 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 0 bar, 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:

$$*) \text{ Tốc độ nâng: } v_N = \frac{q}{A_N} = \frac{2 \frac{\text{l}}{\text{min}}}{2 \text{ cm}^2} = \frac{2000 \text{ cm}^3}{2 \text{ cm}^2 \cdot 60 \text{ s}} = 0.17 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

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

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

$$*) \text{ Trở lực} = \text{Áp suất khi nâng} - \text{Áp suất tải} = 8\text{ bar} - 4.5\text{ bar} = 3.5\text{ bar}$$

*) 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 trong, 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 [cm^3]

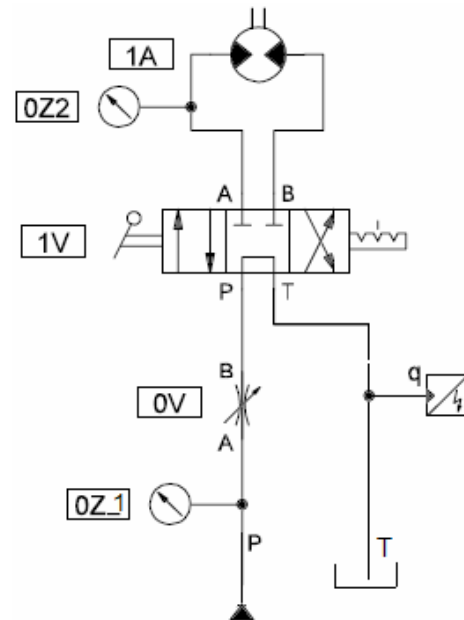
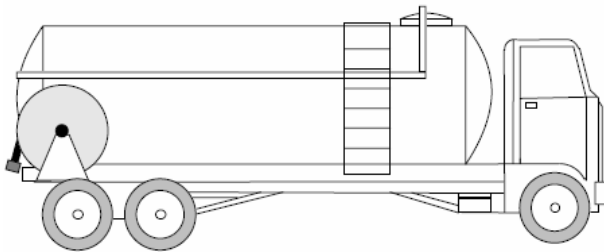
Q : Lưu lượng

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 ω là tốc độ góc [rad/s] hay [1/s]

Ví dụ cho trên hình 5.56. 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, dùng 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 hệ thống 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 5.56

Người ta tiến hành thí nghiệm quan hệ lưu lượng và tốc độ của động cơ. Kết quả tham khảo bảng 5.7 và đồ thị hình 5.57

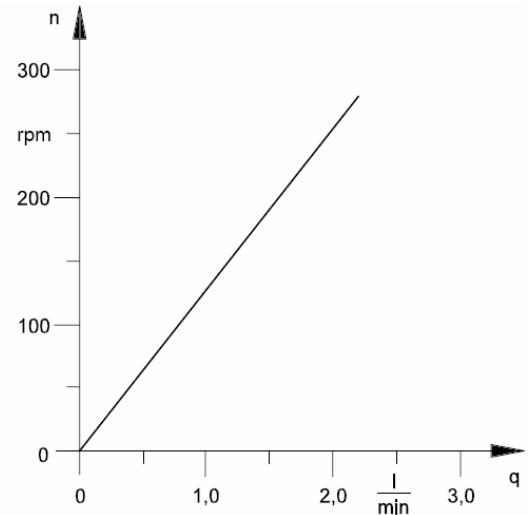
Các bước tiến hành:

B1: 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.

B2: 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

Bảng 5.7

Flow rate q (l/min)	Time for 20 revolutions t (s)	Speed n (rpm)
0.5	17.5	68.6
1.0	9.5	126.3
1.5	6.3	190.4
2.0	4.8	250
Max.	4.3	279



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

- Công suất đưa ra đầu trục 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 trục:

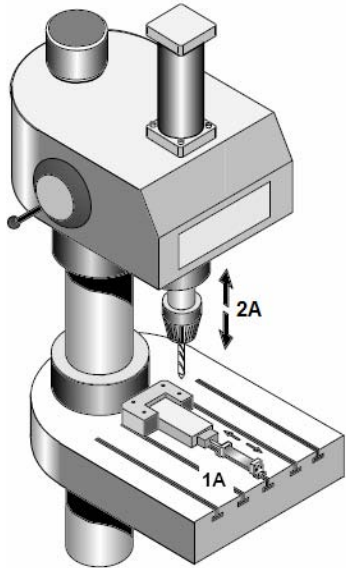
$$M_M = \frac{P_M}{\omega} = \frac{P_M \cdot 60}{2\pi n} = \frac{112,5 \cdot 60}{2\pi \cdot 190,4} = 5,6 [Nm]$$

Hình 5.57

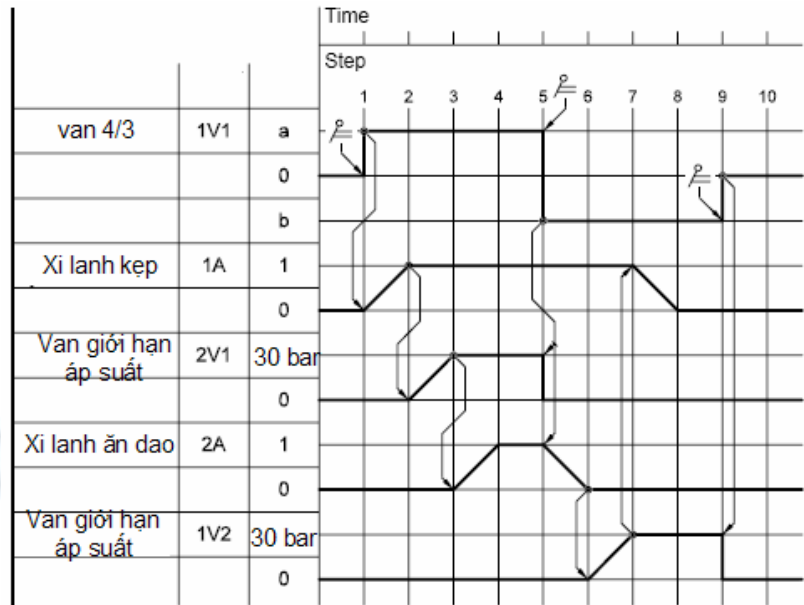
5.12 Thiết kế sơ đồ hệ thống thủy lực

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

1. Thiết bị khoan chi tiết.

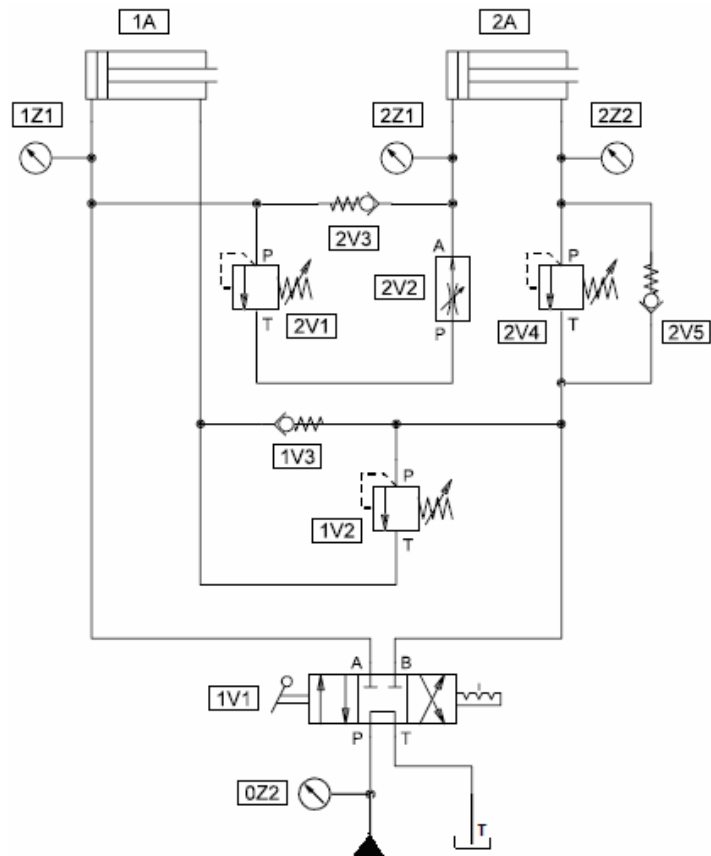


a)

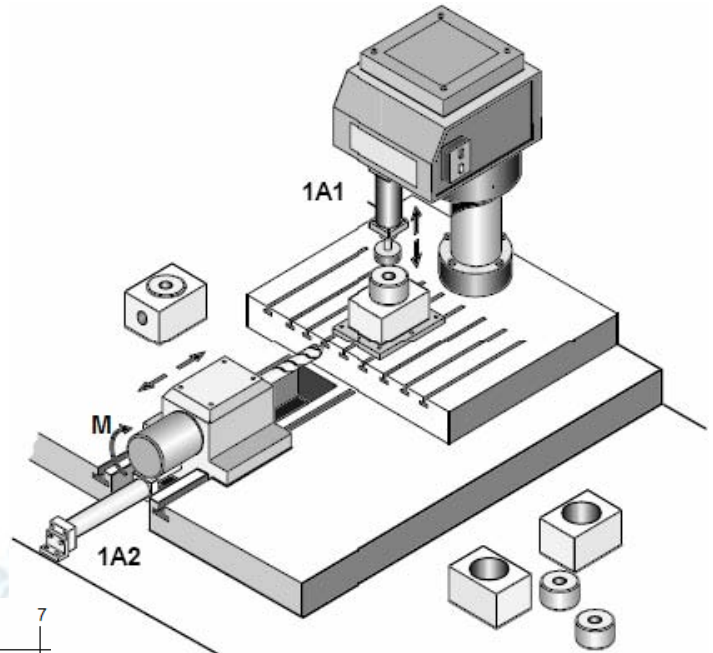


b)

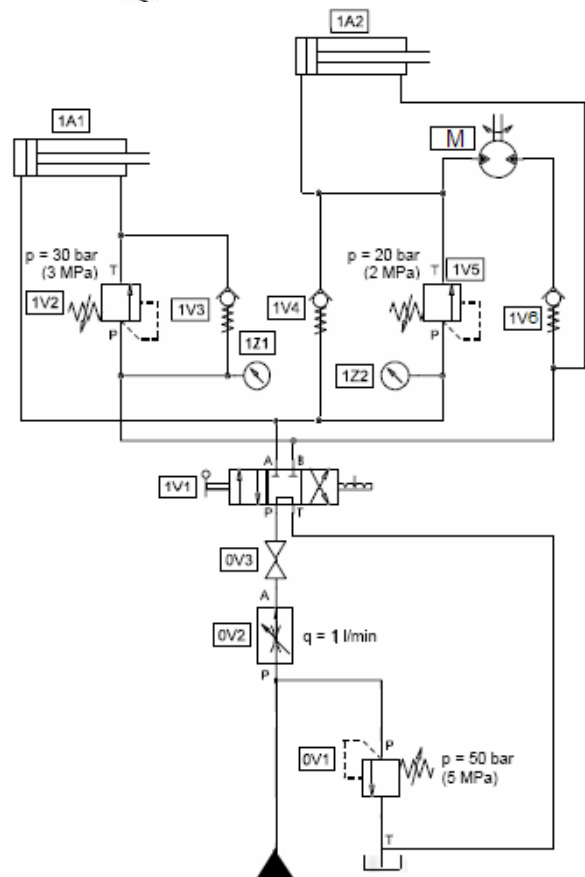
Hình 5.58: a) Mô tả công nghệ; b) Biểu đồ hành trình bước



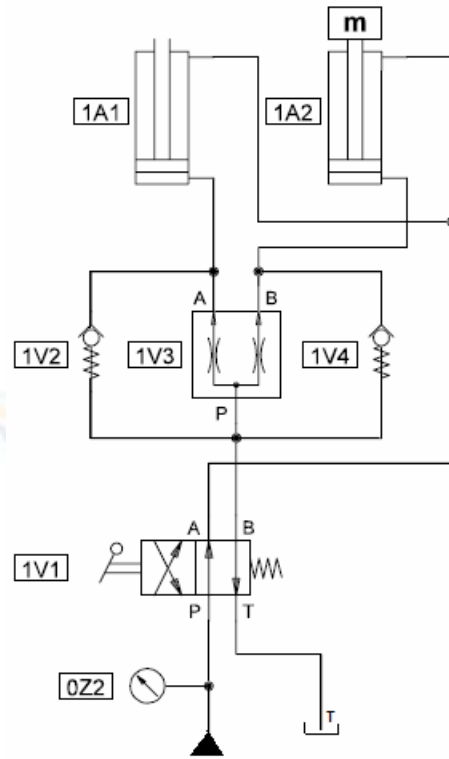
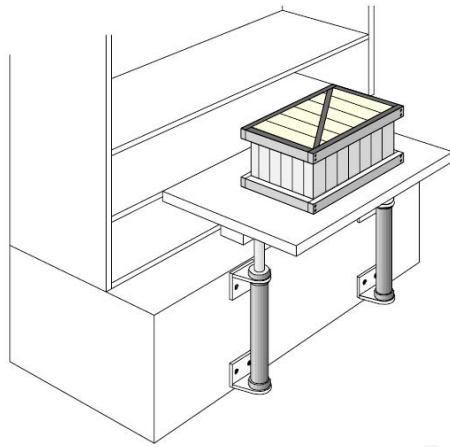
2. Thiết bị lắp ráp chi tiết.



Tên phần tử			1	2	3	4	5	6	7
Van 4/3	1V1	a	[Symbolic representation of valve position 'a']						
		0	[Symbolic representation of valve position '0']						
		b	[Symbolic representation of valve position 'b']						
Xi lanh	1A1	1	[Symbolic representation of cylinder 1A1 position '1']						
		0	[Symbolic representation of cylinder 1A1 position '0']						
Van giới hạn áp suất	1V4 20 bar	0	[Symbolic representation of pressure relief valve 1V4 position '0']						
		1	[Symbolic representation of pressure relief valve 1V4 position '1']						
Động cơ	M	1	[Symbolic representation of motor M position '1']						
		0	[Symbolic representation of motor M position '0']						
Xi lanh	1A2	1	[Symbolic representation of cylinder 1A2 position '1']						
		0	[Symbolic representation of cylinder 1A2 position '0']						
Van giới hạn áp suất	1V2 30 bar	0	[Symbolic representation of pressure relief valve 1V2 position '0']						
		1	[Symbolic representation of pressure relief valve 1V2 position '1']						



5.12.2 Hệ thống sử dụng bộ phân phối lưu lượng



5.12.3 Hệ thống sử dụng van ổn tốc.

