Chương 2 CÁC PHẦN TỬ CỦA HỆ THỐNG KHÍ NÉN

2.1 Khối nguồn khí nén.

Trong công nghiệp, tùy theo quy mô sản xuất, người ta thường xây dựng một vài trạm khí nén phục vụ sản xuất với các mục đích khác nhau.

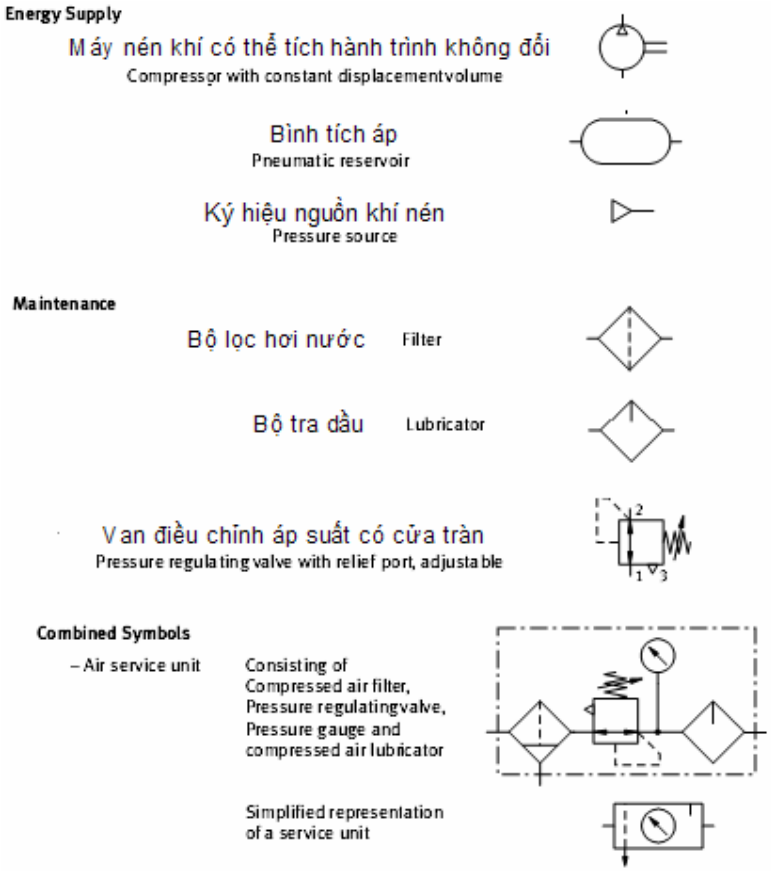
Yêu cầu tối thiểu, khí nén cũng phải được xử lý sơ bộ đảm bảo các tiêu chuẩn:

- Áp suất ổn định;
- Khô và
- 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 môi trường, sản phẩm, bơm hơi…

Để một hệ thống khí nén làm việc bền vững, liên tục và tin cậy, nguồn khí nén cần phải được tăng cường ổn định về áp suất, phun dầu bôi trơn cho các phần tử điều khiển, cơ cấu chấp hành…

Để đạt được các yêu cầu trên, một trạm nguồn khí nén cần được trang bị một loạt các phần tử nối tiếp nhau từ thiết bị lọc không khí đầu vào đến khí nén đủ tiêu chuẩn cung cấp cho hộ tiêu thụ, thường bao gồm các thiết bị được mô tả bằng ký hiệu thể hiện trên sơ đồ như trên hình 2.1



Hình 2.1 Ký hiệu các phần tử cơ bản của một khối nguồn khí nén

2.1.1 Máy nén khí

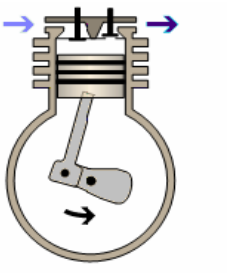
Việc lựa chọn máy nén khí dựa theo yêu cầu về áp suất làm việc của các cơ cấu chấp hành (Xilanh, động cơ, giác hút…và được lựa chọn theo yêu cầu công nghệ) và các yêu cầu khác như kích thước, trọng lượng, mức độ gây tiếng ồn của máy nén khí.

1. Máy nén kiểu Piston (Hình 2.2) :

- Một cấp: áp suất xấp xỉ 600kPa= 6 bar
- Hai cấp: áp suất xấp xỉ 1500kPa= 15bar. Có thể thiết kế đến 4 cấp, P=250bar

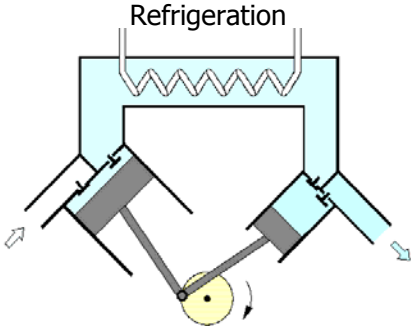
Lưu lượng xấp xỉ 10m^3/min. Làm việc theo *nguyên lý thay đổi thể tích.* Piston đi xuống sẽ hút không khí vào qua van hút. Đến hành trình piston đi lên, van hút bị đóng lại, van đẩy được mở để nén không khí vào bình tích áp. Mỗi vòng quay sẽ gồm một kỳ hút và một kỳ nén.

piston compressor
single stage



Hình 2.2

Refrigeration

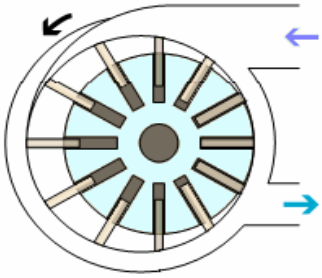


Lưu lượng của máy nén khí tính cho một cấp được áp dụng theo công thức:
Q= v.n = [m^3 /vòng].[vòng/phút] = [m^3/phút] hay [m^3/min]
trong đó, v: thể tích hành trình của buồng hút (tính cho một chu trình hay một vòng quay); n: số vòng quay mỗi phút.

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 2.3):
- Một cấp: áp suất xấp xỉ 400kPa= 4bar
- Hai cấp: áp suất xấp xỉ 800kPa = 8bar

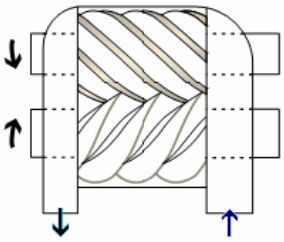
Làm việc theo *nguyên lý thay đổi thể tích*
Lưu lượng thể tích Q_v tỷ lệ thuận với:
Đường kính stator, số cánh và độ rộng cánh gạt, độ lệch tâm và tốc độ quay rotor.



Sliding vane compressor
(Rotary compressor)
Hình 2.3

3. Máy nén khí kiểu trục vít (Hình 2.4):
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.

Hình 2.4



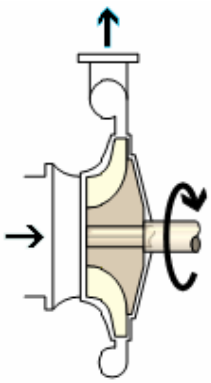
Screw compressor

4. Máy nén khí kiểu ly tâm (Hình 2.5):
(Máy nén kiểu hướng kính)làm việc theo *nguyên lý động năng*
Áp suất khá lớn, xấp xỉ 1000kPa=10bar
Lưu lượng tỷ lệ với tốc độ quay, số cánh và diện tích cánh.

5. Máy nén khí kiểu hướng trục (Hình 2.6):

Làm việc theo *nguyên lý động năng*
Áp suất xấp xỉ 600kPa=6bar
Lưu lượng cũng tỷ lệ với tốc độ quay, đường kính buồng hút, số cánh và diên tích cánh

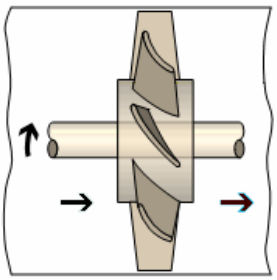
Hình 2.5



Radial –flow compressor

Hình 2.6

Axial compressor

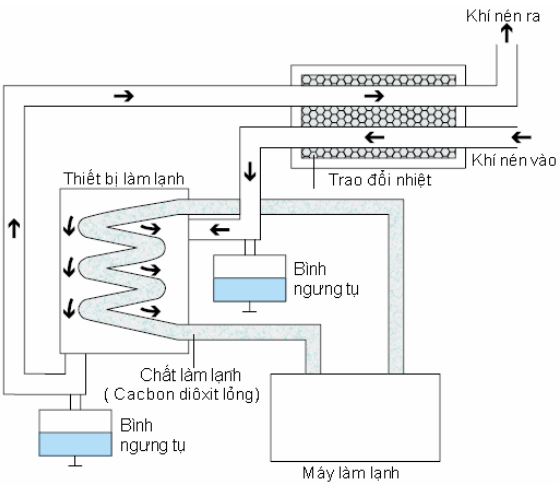


2.1.2 Thiết bị xử lý khí nén

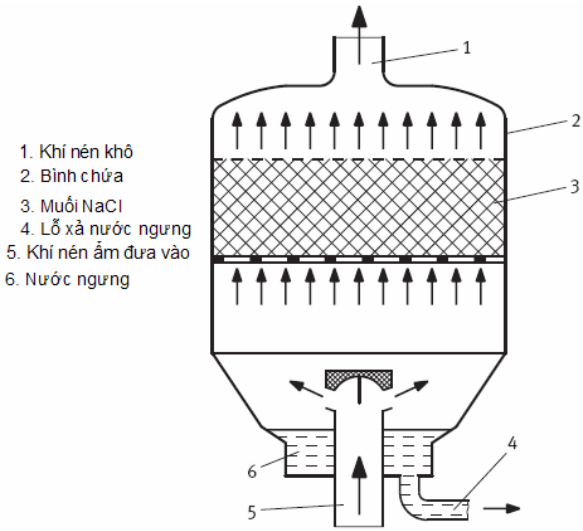
Các giai đoạn xử lý khí nén:

- Lọc thô: làm mát sơ bộ để tách chất bẩn, bụi; tiếp tục vào bình ngưng tụ để tách hơi nước.
- Sấy khô: Ứng dụng quá trình vật lý hoặc quá trình hoá học.
- Lọc tinh: Dùng bộ lọc và cụm bảo dưỡng

1. Sấy khô bằng quá trình hóa học (hình 2.7)



Hình 2.8 Thiết bị sấy khô bằng quá trình vật lý



Hình 2.7 Thiết bị sấy khô bằng quá trình hóa học

Hình 2.7 khí nén được đưa qua tầng chất làm khô (ví dụ muối NaCl), tại đây, hơi nước chứa trong không khí sẽ được trao đổi với chất làm khô và đọng lại thành chất lỏng chảy xuống buồng chứa nước ngưng và được tháo ra ngoài. Phương pháp này có chi phí vận hành cao, thường xuyên phải thay thế, bổ sung chất làm khô, tuy nhiên lắp đặt đơn giản, không yêu cầu nguồn năng lượng từ bên ngoài.

2. Bộ lọc và sấy khô ứng dụng quá trình vật lý (Hình 2.8)

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 sưởi ấm. Một phần hơi nước trong khí nén vào được ngưng tụ rơi xuống bình ngưng.

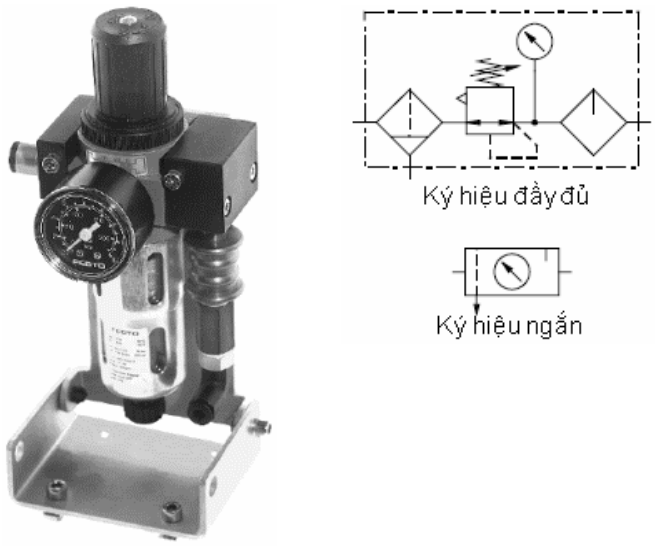
Sau khi được làm lạnh sơ bộ, dòng khí nén tiếp tục đi vào bộ trao đổi nhiệt với chất làm lạnh trong thiết bị làm lạnh. Tại đây, dòng khí nén được làm lạnh đến nhiệt độ hóa sương (khoảng $+2^0$C), các giọt sương ngưng tụ tiếp tục rơi xuống bình ngưng thứ hai.

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

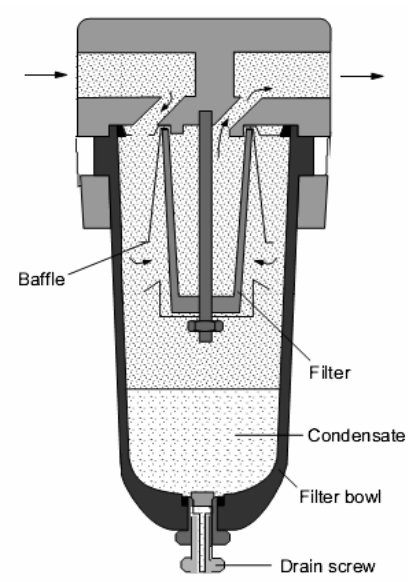
3. Bộ điều hoà phục vụ (AIR SERVICE EQUIPMENTS)

Bộ điều hòa phục vụ được lắp đặt nối tiếp với nguồn khí nén thông thường, 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, hình dáng bên ngoài và ký hiệu trên sơ đồ của một bộ điều hòa phục vụ như trên hình 2.9, gồm:

- Bộ lọc hơi nước
- Van điều chỉnh áp suất
- Đồng hồ chỉ thị
- Bộ tra dầu bảo quản



Hình 2.9 Bộ điều hòa phục vụ và ký hiệu trên sơ đồ



Hình 2.10 Bộ lọc hơi nước

+ Bộ lọc khí nén (Compressed air Filter) (Hình 2.10)

Nguyên lý lọc: Khí nén tạo chuyển động xoáy và qua được phần tử lọc có kích thước lỗ từ 5μm đến 70μm tuỳ theo yêu cầu. Hơi nước bị phần tử lọc ngăn lại, rơi xuống cốc lọc và được xả ra ngoài.

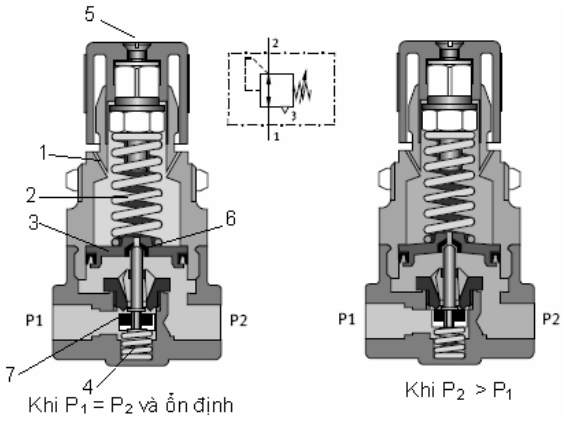
+ Van điều chỉnh áp suất có cửa xả tràn (Pressure regulating valve with relief port) (Hình 2.11)

Chức năng: duy trì áp suất làm việc ở đầu ra không đổi trong phạm vi rộng, không phụ thuộc vào sự dao động áp suất ở mạng cung cấp khí nén đầu vào và mức tiêu thụ khí nén ở đầu ra. Điều kiện cần là áp suất lối vào P_1 luôn phải cao hơn áp suất làm việc P_2 cần cho cơ cấu chấp hành.

Nguyên lý làm việc:

Khi áp suất vào P_1ổn 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, 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 suất dội ngược về phía nguồn P_1

(1). Khe thoát khí ra ngoài
(2). Lò xo đặt áp suất P_2
(3). Đệm 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

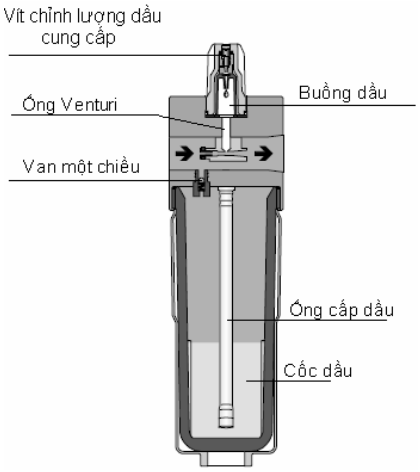


Hình 2.11. Bộ điều chỉnh áp suất

+ 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 thấp 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, nguyên lý làm việc:

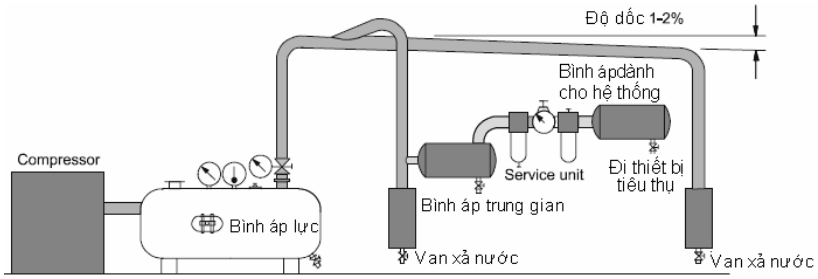
Hình 2.12 mô tả nguyên lý cấu tạo của bộ tra dầu, khi luồng khí nén có áp suất chảy qua khe hẹp, nơi đặt miệng ống Venturi, áp suất trong ống tụt xuống mức chân không khiến cho dầu từ cốc được hút lên miệng ống và rơi xuống buồng dầu rồi bị luồng khí nén có tốc độ cao phân chia thành những hạt nhỏ như sương mù cuốn theo dòng khí nén bôi trơn, bảo quản các phần tử của hệ thống.



Hình 2.12 Bộ tra dầu bảo quản

2.1.3 Phân phối khí nén

Hình 2.13 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 2.13 Một 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 (working elements)

Tổng quát:

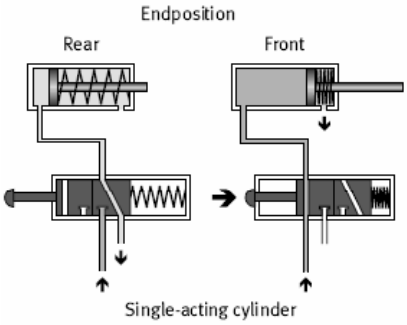
Các cơ cấu chấp hành có chức năng biến đổi năng lượng được tích lũy trong khí nén thành động năng. Cụ thể cung cấp các chuyển động:

- *Chuyển động thẳng:*
  + Xilanh tác dụng đơn (Single acting Cylinder)
  + Xilanh tác dụng kép (Double acting cylinders)
- *Chuyển động quay:*
  + Động cơ khí nén (Air Motors)
  + Xilanh quay (Rotary Cylinders)
- *Giác hút*

1. Xilanh tác dụng đơn:

* Nguyên tắc hoạt động: (Hình 2.14)

- Khí nén chỉ được sử dụng để sinh công ở một phía của Piston (nhịp làm việc).
- Piston lùi về bằng lực bật lại của lò xo hay của lực từ bên ngoài (nhịp lùi về).
- Xilanh có một cổng cấp nguồn, một lỗ thoát khí.
- Điều khiển hoạt động của xilanh đơn bằng van 3/2



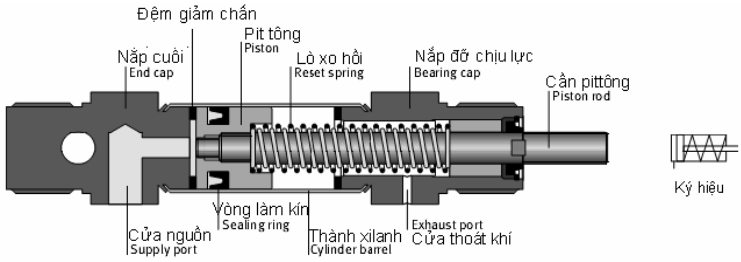
Hình 2.14 Hoạt động của Xilanh đơn

* Nguyên lý cấu tạo:

Các dạng:

- Xilanh kiểu piston và và ký hiệu trên sơ đồ(Hình 2.15)
- Xilanh kiểu màng

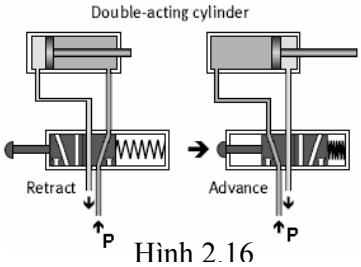
Hình 2.15



2. Xilanh tác dụng kép

* Nguyên tắc hoạt động: (Hình 2.16)

- Khí nén được sử dụng để sinh công ở hai phía của Piston.
- Xilanh có hai cửa cấp nguồn.
- Điều khiển hoạt động của xilanh kép bằng van 4/2, 5/2 hoặc 5/3.



Hình 2.16

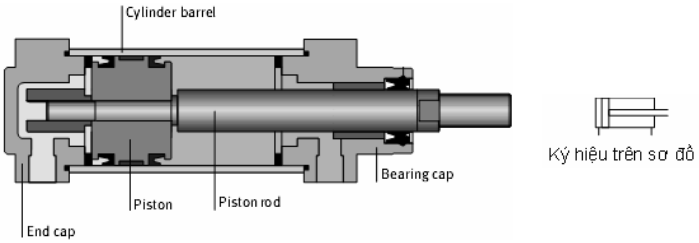
* Nguyên lý cấu tạo:

Các dạng:

- Xilanh kép có cần piston một phía: 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). Hai dạng xilanh kép có cần piston một phía thường gặp:

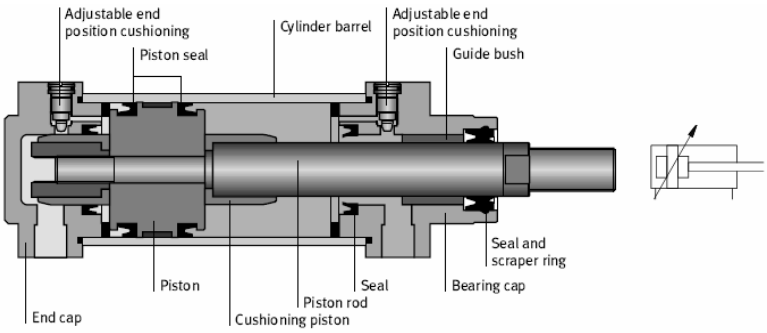
+ Xilanh kép không có đệm giảm chấn (Hình 2.17)

Hình 2.17 Xilanh kép không có đệm giảm chấn

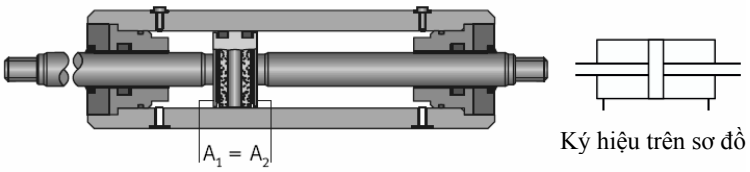


+ Xilanh kép có đệm giảm chấn điều chỉnh được(Hình 2.18)

Hình 2.18



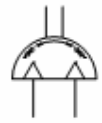
- Xilanh kép có cần piston hai phía (gọi là xilanh đồng bộ) (hình 2.19), vì diện tích hai mặt piston bằng nhau nên lực tác dụng sinh ra cũng bằng nhau.



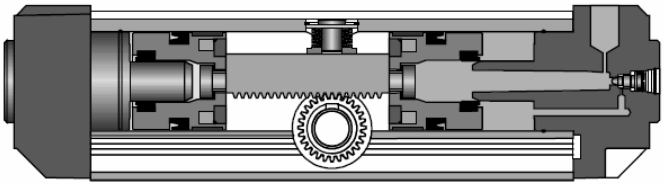
Hình 2.19

3. Xilanh quay

Điều khiển bằng van 4/2; 5/2 hay 5/3



Ký hiệu

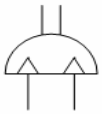


Xi lanh quay

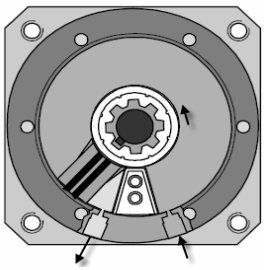
Hình 2.20

Cần Piston có thanh răng truyền động tới bánh răng quay, góc quay 0– 360° , mômen khoảng 0,5Nm đến 20Nm ở áp suất vận hành 6bar, tuỳ thuộc đường kính của Piston (hình 2.20).

Kiểu truyền động xoay (Hình 2.21):
Điều khiển bằng van 4/2; 5/2 hay 5/3.
Góc xoay 0-270°
Mômen: khoảng 0,5Nm đến 20Nm ở áp suất vận hành 6bar và phụ thuộc vào kích thước của cánh gạt.



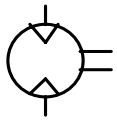
Ký hiệu



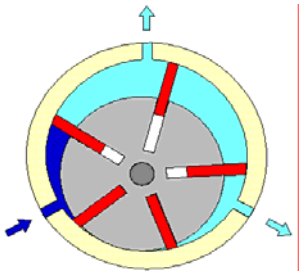
Hình 2.21

4. Động cơ khí nén:

Đông cơ có thể quay tròn liên tục có thể đảo chiều quay, điều khiển bằng van 4/2; 5/2 hay 5/3 Hình 2.22 là nguyên lý cấu tạo của một động cơ kiểu cánh gạt.



Ký hiệu



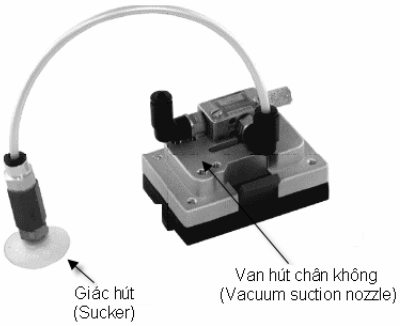
Hình 2.22

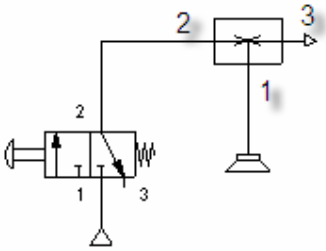
Động cơ khí nén kiểu cánh gạt

5. Giác hút:

Một vòng lõm bằng cao su có thể treo một vật bằng sức hút khí nén.
Khi có khí nén thổi từ 2 sang 3, miệng hút 1 sẽ tạo chân không cho giác hút.
Hình 2.23 mô tả một bộ van và giác hút với mạch khí nén ứng dụng.

Hình 2.23



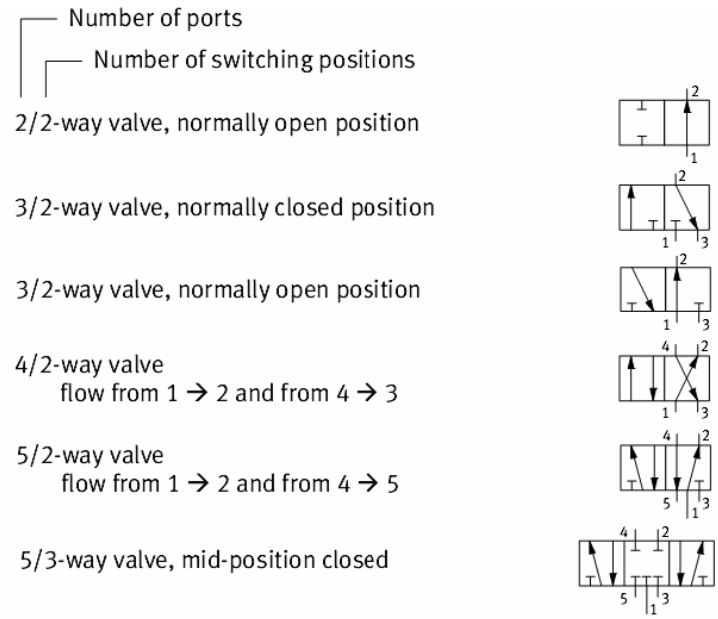


Mạch khí nén dùng giác hút

2.3 Các van điều khiển đảo chiều (Directional control valve) ***thông dụng***

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

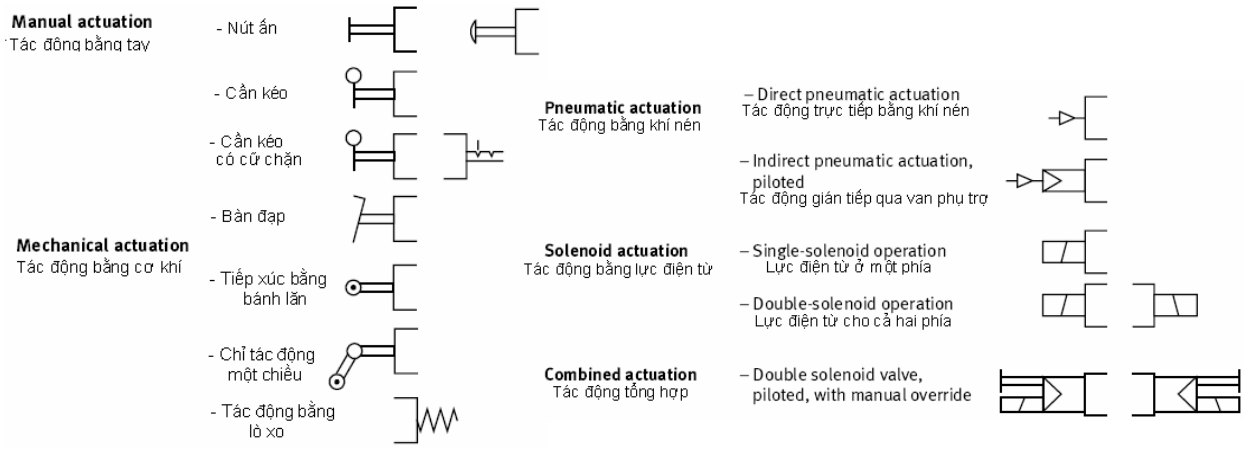
1. Quy ước biểu diễn các cổng vào/ra, các vị trí chuyển trạng thái:



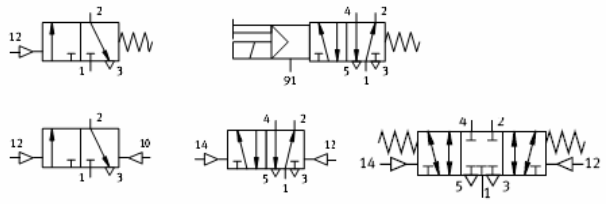
Trong đó, ký hiệu các cổng vào/ra được biểu diễn bằng các con số, quy ước:

- số 1 là cổng nguồn (P);
- Số 2 và số 4 là các cổng cấp khí nén đến cơ cấu chấp hành;
- Số 3 hoặc 3 và 5 là các cổng xả khí trực tiếp ra ngoài môi trường (chú ý: khi cần giảm tiếng ồn, người ta lắp vào các cổng xả các ống giảm thanh)

2. Quy ước biểu diễn các dạng tác động điều khiển van:



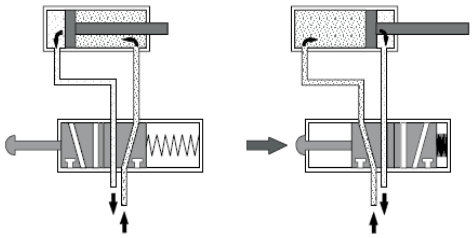
3. Một số ký hiệu đầy đủ của van đảo chiều (hình 2.24)



Hình 2.24

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 từ cửa 1 → cửa 2
- Tương tự số 14 là tín hiệu điều khiển mở van để khí nén từ cửa 1 → cửa 4
- Số 10 có ý nghĩa là tín hiệu khóa đường nguồn 1 (P) dành cho van có một cửa ra.
- Số 91 điểm nguồn khí nén mở van phụ trợ
- …

Ví dụ về hoạt động của van và xilanh (hình 2.25)



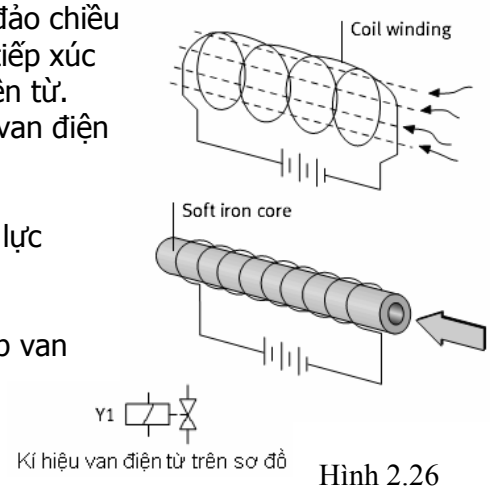
Hình 2.25

4. Nguyên lý cơ bản ứng dụng trong van điện từ:

Như đã nêu trong mục 2 trên đây, các van đảo chiều được điều khiển bởi lực 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 lực điện từ ứng dụng trong các van điện từ, chúng ta (hình 2.26).

Khi dòng điện chảy qua cuộn dây (Coil winding), trong nó xuất hiện một từ trường. Từ trường sinh lực điện từ tác động lên lõi (Core) bằng vật liệu sắt từ mềm (Soft iron), kéo lõi vào lòng cuộn dây. Lõi từ được gắn với các cơ cấu đóng - mở trực tiếp van đảo chiều hoặc gián tiếp qua van phụ trợ.

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



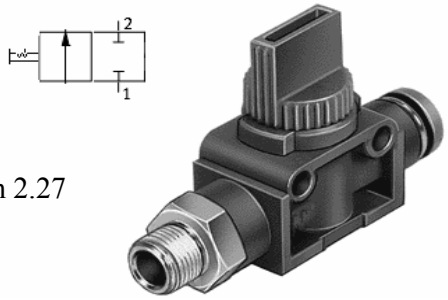
Hình 2.26

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

1. Van 2/2

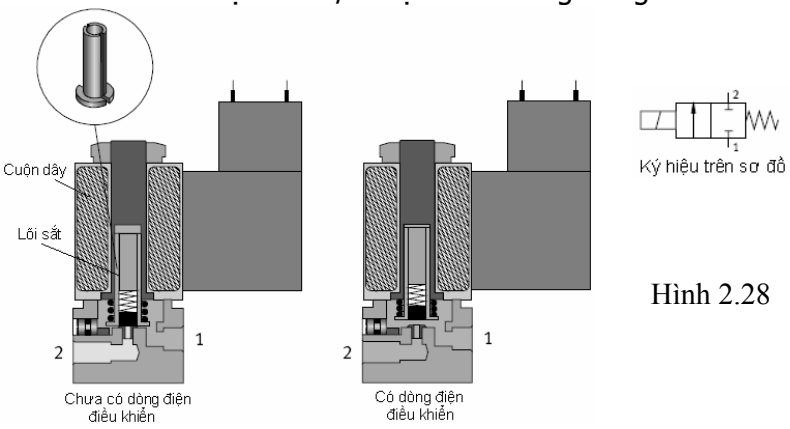
- Van 2/2 có hai cổng vào(1)/ra(2), hai trạng thái, van 2/2 có thể sử dụng làm khóa ON/OFF đóng/ mở nguồn khí nén hoặc rẽ mạch khí nén.
- Van 2/2 có thể được chế tạo điều khiển bằng tay, bằng tiếp xúc cơ khí, bằng khí nén hay điện- khí nén.

Hình 2.27 mô tả ký hiệu và kiểu dáng của một khóa đóng /mở bằng tay, dùng van 2/2



Hình 2.27

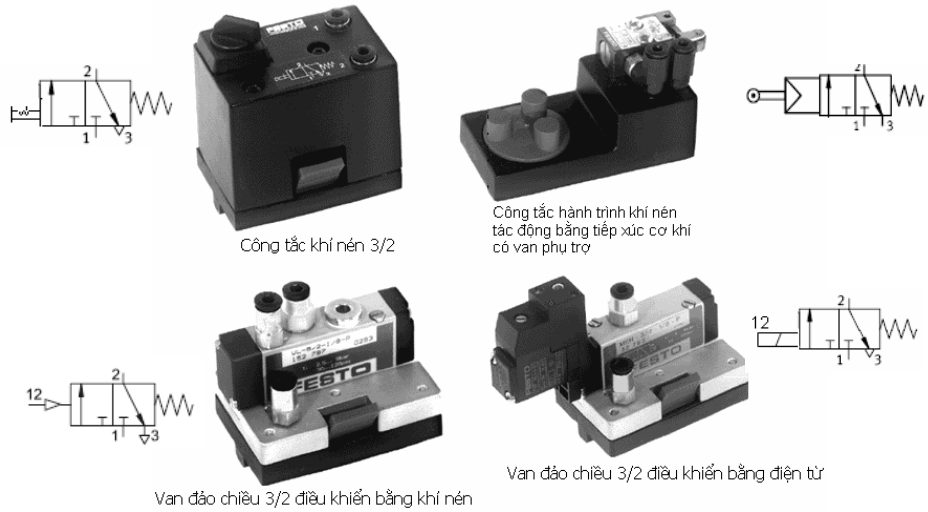
Hình 2.28 mô tả một van 2/2 điện từ thường đóng



Hình 2.28

2. Van 3/2

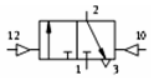
Van 3/2 có 3 cổng làm việc (vào(1), ra(2) và cổng xả(3)) và hai trạng thái.
Các van 3/2 được chế tạo rất đa dạng và ứng dụng cũng rất phong phú (hình 2.29 mô tả một số phần tử ứng dụng van 3/2.). Dạng tác động có thể bằng tay; bằng tiếp xúc cơ khí; bằng khí nén hay bằng điện từ ở một phía hoặc cả hai phía . Các van điều khiển bằng khí nén hay bằng điện từ cả hai phía có đặc tính như một phần tử chuyển mạch có nhớ trạng thái (Flip-Flop) hay còn gọi là *van xung*.



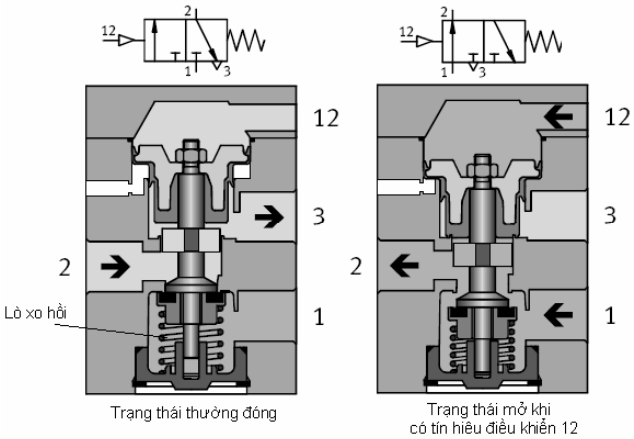
Hình 2.29

- Hình 2.30a trình bày ký hiệu, nguyên lý cấu tạo, nguyên lý làm việc của một van đảo chiều 3/2 điều khiển bằng khí nén có:
  + Một trạng thái ổn định(thường đóng) thiết lập bởi lò xo hồi.
  + Một trạng thái được thiết lập và tồn tại cùng với tín hiệu điều khiển (12)

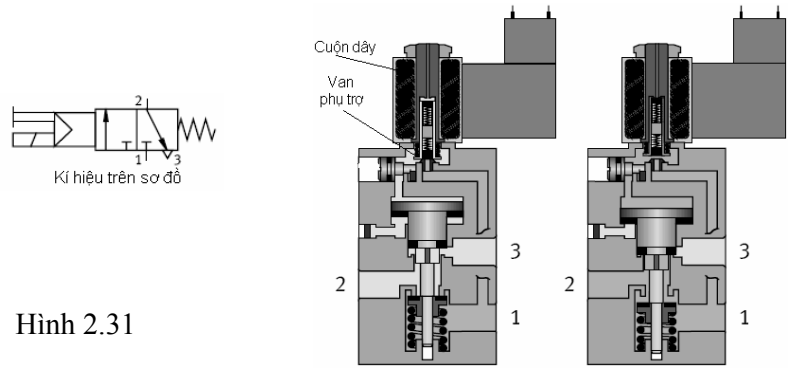
Hình 2.30a



Hình 2.30b

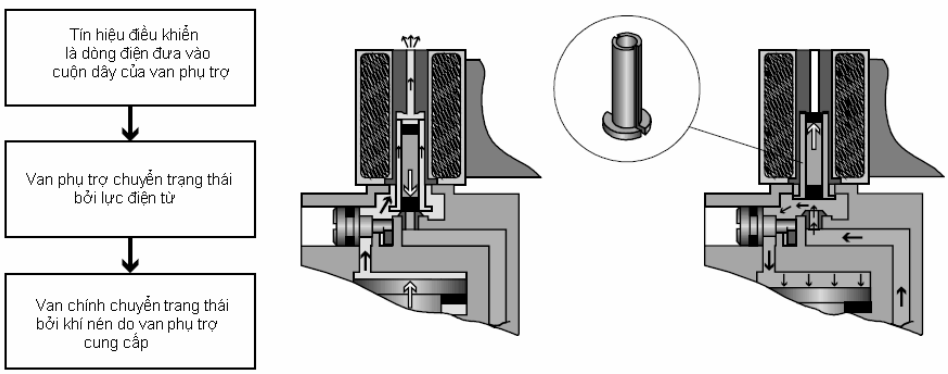


<u>Chú ý:</u> Để có một van đảo chiều 3/2 điều khiển cả hai phía – van xung, người ta chỉ cần tháo bỏ lò xo hồi và thay vào đó một khoang điều khiển bằng khí nén (10) có chức năng giống như khoang điều khiển (12), kí hiệu của van này như trên hình 2.30b.
- Hình 2.31 mô tả nguyên lý cấu tạo và nguyên lý làm việc của một van 3/2 điện từ điều khiển gián tiếp thông qua van phụ trợ (Pilot control valve) và có thể điều khiển bằng tay tác động lên van phụ trợ. Van phụ trợ là van trung gian để điều khiển van chính, với ý nghĩa là giảm thiểu công suất tín hiệu điều khiển.



Hình 2.31

Cơ chế sử dụng van phụ trợ trong van đảo chiều được trình bày trên hình 2.32



Hình 2.32

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

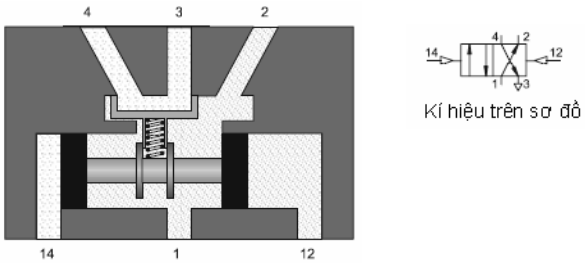
3. Van 4/2

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

Van 4/2 cũng có thể điều khiển bằng cơ khí, bằng khí nén hay điện một phía hoặc cả hai phía. Các van điều khiển bằng khí nén 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 kép hoặc động cơ.

Hình 2.33 biểu diễn ký hiệu, nguyên lý cấu tạo và hoạt động của một van 4/2 điều khiển bằng khí nén cả hai phía



Hình 2.33

4. Van 5/2

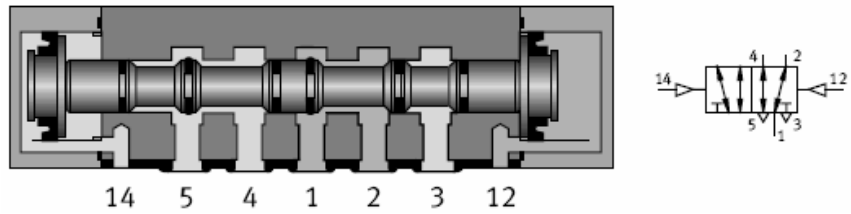
Van 5/2 có 5 cổng làm việc(vào(1), ra (2, 4) và hai cửa xả riêng cho mỗi trạng thái (3,5), có hai trạng thái.

Van 5/2 cũng có thể điều khiển bằng cơ khí, bằng khí nén hay điện một phía hoặc cả hai phía. Các van điều khiển bằng khí nén 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.

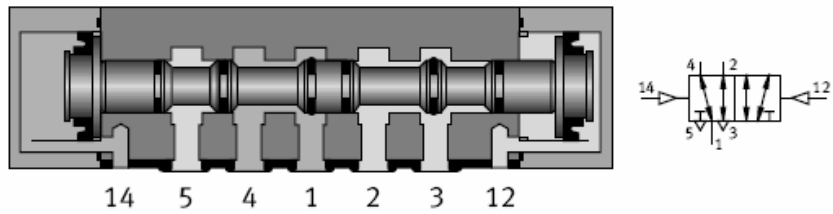
- Hình 2.34a biểu diễn ký hiệu, nguyên lý cấu tạo và hoạt động của một van 5/2 xung điều khiển bằng khí nén, trạng thái ổn định hiện có được thiết lập bởi tín hiệu 12

Hình 2.34a



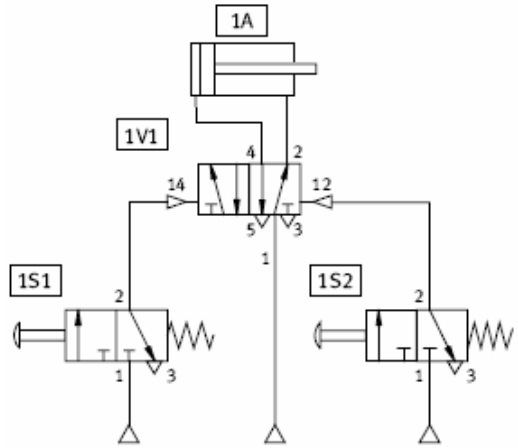
- Hình 2.34b là trạng thái ổn định được thiết lập lại bởi tín hiệu 14

Hình 2.34b



Ví dụ về ứng dụng van đảo chiều 5/2 – xung (Hình 2.35).

Hình 2.35

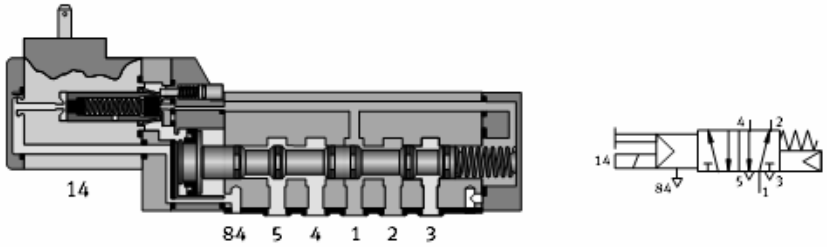


- Van 5/2 điện từ:

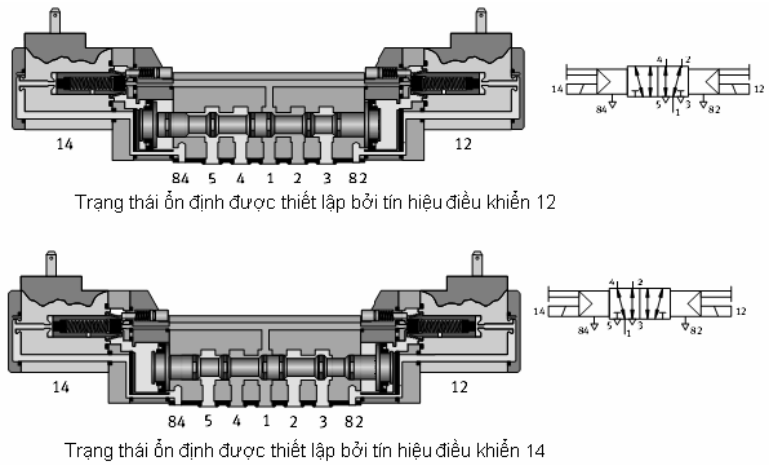
Các van đảo chiều 5/2 điện từ điều khiển gián tiếp qua van phụ trợ được sử dụng rộng rãi cho điều khiển đảo chiều xilanh kép, động cơ.

+ Hình 2.36 trình bày một van điện từ 5/2 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. Đặc biệt hơn, nguồn khí nén cho van phụ trợ có thể lấy từ nguồn chung (1) hoặc từ nguồn ngoài (cửa 84).

Hình 2.36



+ Van điện từ 5/2 xung được trình bày trên hình 2.37



Hình 2.37

5.Van 5/3

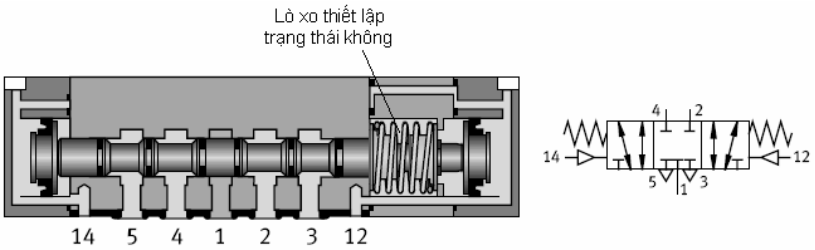
Van 5/3 có 3 trạng thái, trong đó trạng thái trung gian (mid – position) là trạng thái ổn định và luôn được thiết lập bởi các lò xo hồi khi không có bất kỳ một tín hiệu điều khiển nào. Người ta thường gọi đó là trạng thái không. Hai trạng thái còn lại sẽ được thiết lập và cùng tồn tại bởi hai tín hiệu 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 và vì vậy được lựa chọn vì những mục đích sử dụng khác nhau:

+ van 5/3 trên hình 2.38a: trạng thái không của van thích hợp với yêu cầu *hãm dừng cần piston của xilanh ở bất kỳ vị trí nào trên đoạn 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…

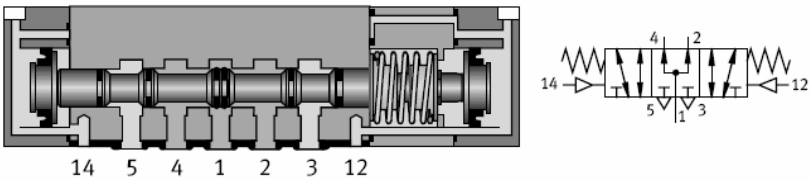
Gọi tên là van 5/3 có vị trí trung gian khóa.

Hình 2.38a



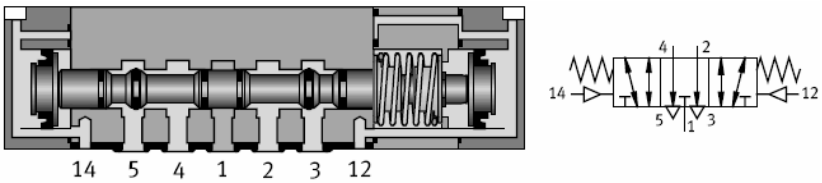
+ Van 5/3 trên hình 2.38b: trạng thái không của van mở nguồn cho hai cửa ra cung cấp khí nén cho cả hai phía của piston của xilanh, gọi là van 5/3 có vị trí trung gian áp lực. Nó thích hợp với yêu cầu *duy trì chuyển động chậm của cần piston về phía có diện tích tác dụng nhỏ hơn*.

Hình 2.38b

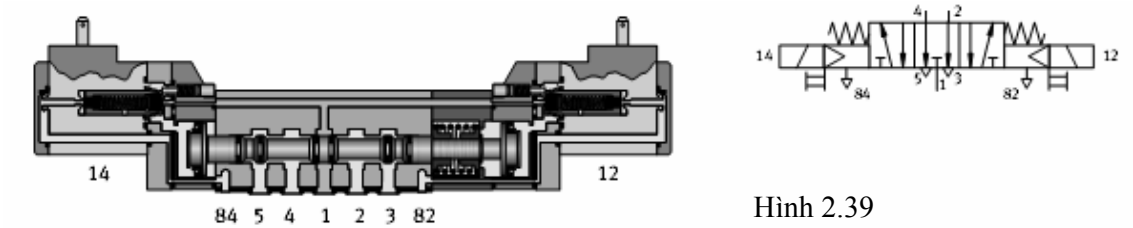


+ Van 5/3 trên hình 2.38c: trạng thái không của van xả nguồn cho cho cả hai phía của piston của xilanh, gọi là van 5/3 có vị trí trung gian xả. Nó thích hợp với yêu cầu thả tự do cho *cần piston và có thể di chuyển nó theo ý muốn bằng ngoại lực.*

Hình 2.38c



Van điện từ 5/3 cũng có nguyên tắc cấu tạo và hoạt động như các van điện từ đã giới thiệu. Hình 2.39 trình bày một van điện từ 5/3.

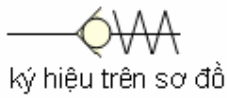


Hình 2.39

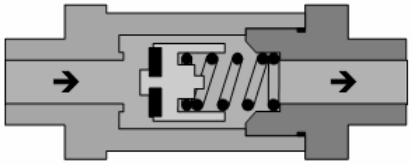
2.4 Các van điều khiển lưu lượng

2.4.1 Van một chiều (Non- Return Valve)

* Chỉ cho dòng khí nén chảy theo một hướng khi lực do khí nén gây ra lớn hơn lực lò xo(Hình 2.40)



Hình 2.40



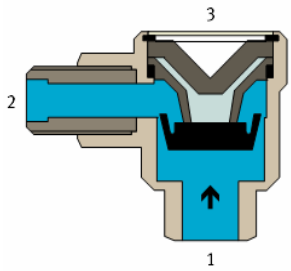
Non – Return Valve

2.4.2 Van xả nhanh

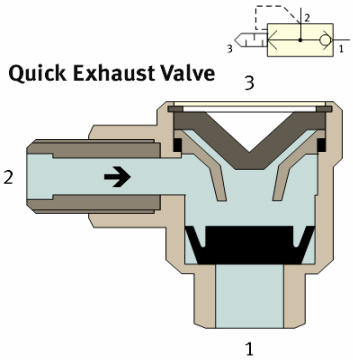
Tốc độ của Piston của Xilanh có thể được tăng đến cực đại có thể khi làm giảm thiểu sự cản trở dòng chảy của dòng khí xả. Khi có van xả nhanh, khí xả trong buồng xilanh không chảy qua van đảo chiều mà xả ra môi trường dễ dàng hơn qua van "xả nhanh".

Nguyên lý làm việc của van xả nhanh được mô tả trên hình (2.41).

- 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 2.42)



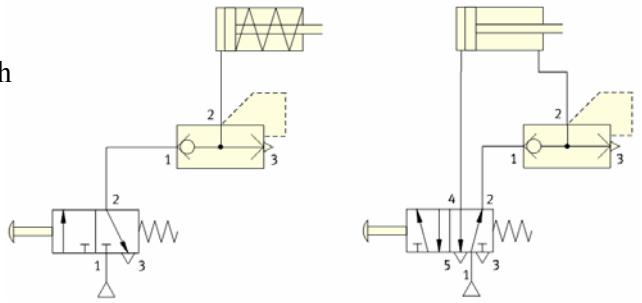
Khi van xả nhanh dẫn nguồn (1-2)



Khi xả nhanh (qua 2-3)

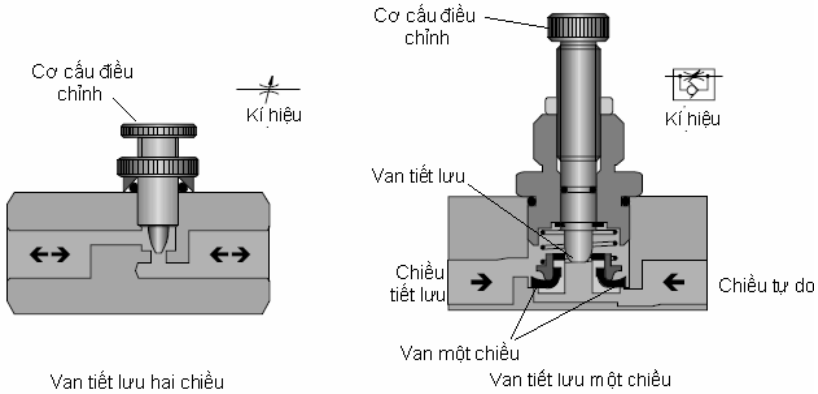
Hình 2.41

Hình 2.42 Ứng dụng van xả nhanh



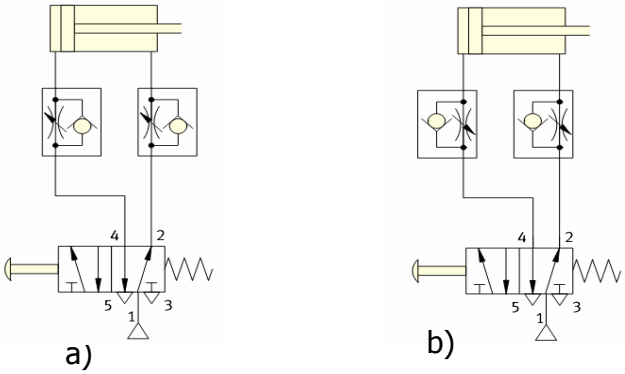
2.4.3 Van tiết lưu hai chiều và van tiết lưu một chiều (Flow Control Valve and One – Way Flow Control Valve)

Hình 2.43



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 về 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 có một tiết lưu một chiều (hình 2.43).

Hai trường hợp ứng dụng van tiết lưu một chiều:
a)Tiết lưu nguồn cung cấp (hình 2.44a). Cách này ít được áp dụng, tốc độ cơ cấu chấp hành kém ổn định hơn, phụ thuộc nhiều hơn vào tải trọng.
b) Tiết lưu đường xả khí (hình 2.44b) được dùng phổ biến hơn, khắc phục được các nhược điểm trên.

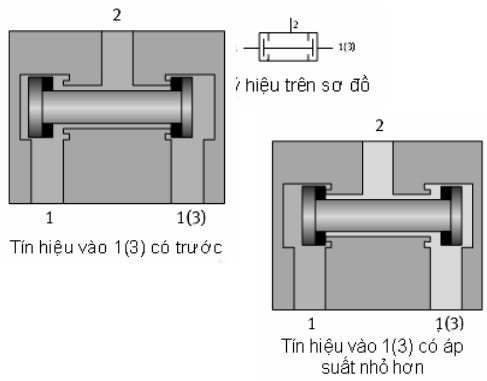


Hình 2.44

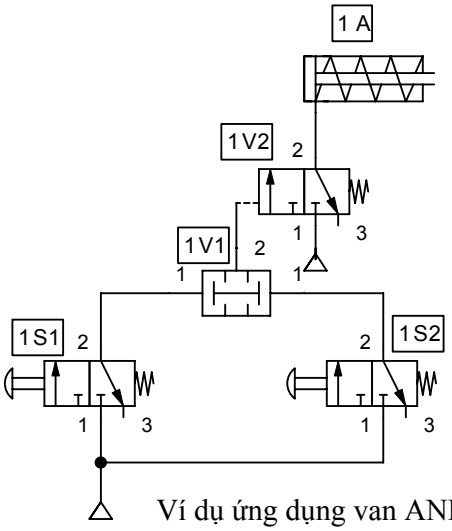
2.5 Các phần tử xử lý tín hiệu khí nén

2.5.1 Van logic AND (Dual Pressure Valve – AND Function) (Hình 2.45). 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 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.



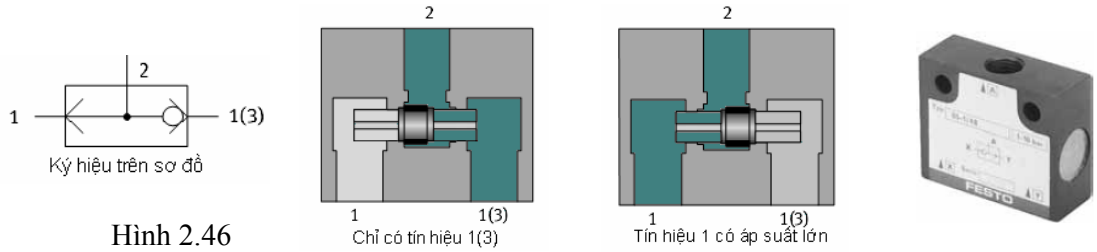
Hình 2.45



Ví dụ ứng dụng van AND

2.5.2 Van logic OR (Shuttle Valve – OR function) (Hình 2.46). Các đặc điểm:

- Đầu ra 2 sẽ có tín hiệu ra khi một trong hai lối 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

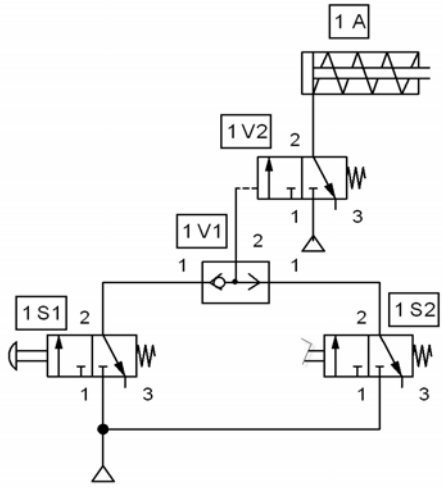


Hình 2.46

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 thao tác 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 2.47 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).



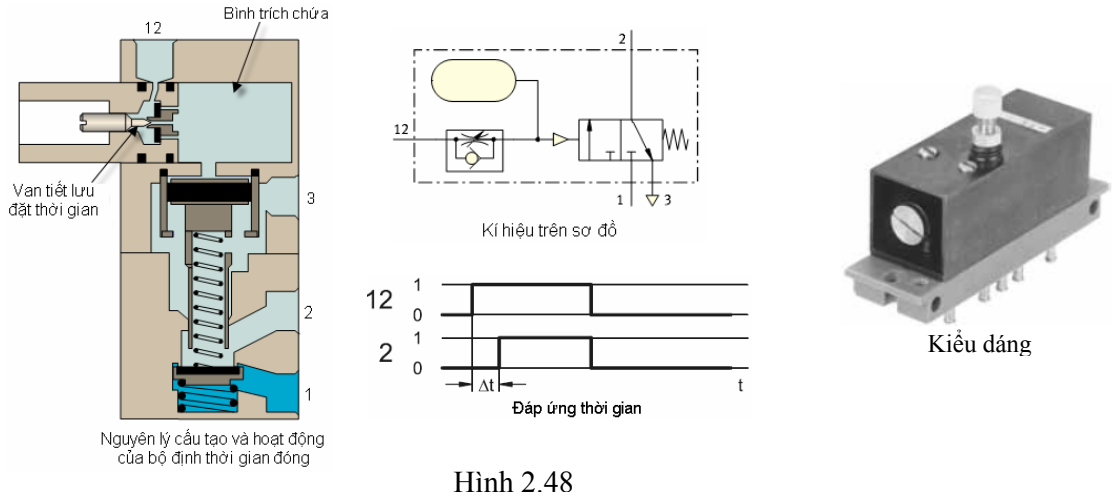
Hình 2.47 Ví dụ ứng dụng van OR

2.5.3 Các bộ định thời khí nén

Cấu tạo của một bộ định thời gồm:

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

Hình 2.48 trình bày nguyên lý cấu tạo, đáp ứng thời gian, ký hiệu biểu diễn trên sơ đồ và kiểu dáng bên ngoài của một bộ định thời kiểu DELAY ON



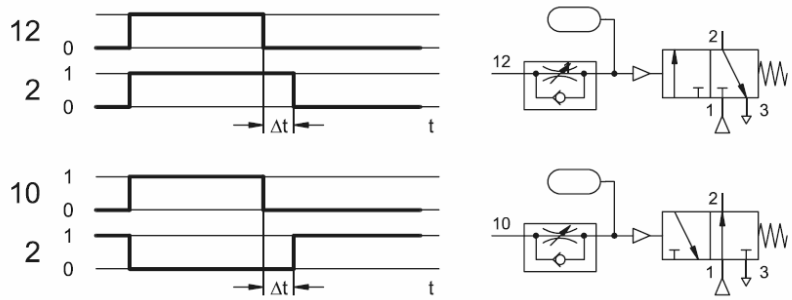
Hình 2.48

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 (compressed air recervoir), điều chỉnh mức lưu lượng này chính là điều chỉnh thời gian trễ Δt 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 (signal output) 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 (không qua tiết lưu) áp suất giảm nhanh, lò xo phục hồi của van 3/2 tác động khóa van.

Tương tự, khi thay đổi cấu trúc của bộ định thời qua việc đổi trạng thái ban đầu của van 3/2, có thể có được Rơle thời gian DELAY ON như trình bày trên hình 2.49:

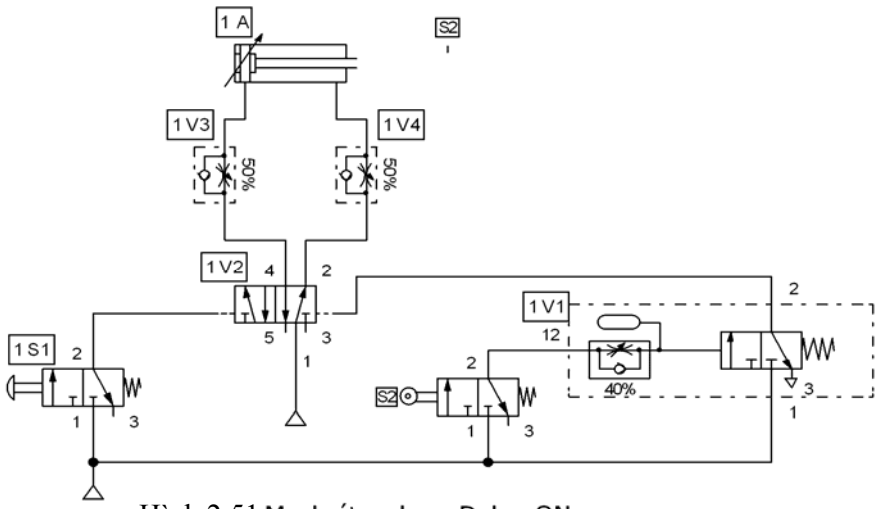
Hình 2.49

Tiếp theo để có bộ định thời DELAY OFF, người ta đổi chiều van tiết lưu một chiều. Đáp ứng thời gian và ký hiệu trên sơ đồ như hình 2.50.



Hình 2.50 Đáp ứng bộ định thời DELAY OFF

Hình 2.51 trình bày một ví dụ ứng dụng DELAY ON (1V1). Cần 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 khởi tạo cho Timer được cung cấp 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 Timer cung cấp tồn tại cho đến khi cần piston rút khỏi S2 (có nghĩa là van 1V2 đã hoàn toàn chuyển sang trạng thái ổn định mới)



Hình 2.51 Mạch ứng dụng Delay-ON

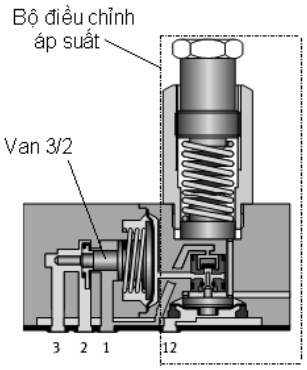
2.5.4 Van tuần tự áp suất (Pressure sequence valve)

Van tuần tự áp suất được ứng dụng trong hệ thống mà tín hiệu về áp suất được giám sát có nhu cầu cho điều khiển các bước tiếp theo. Ví dụ, trong thiết bị gia công chi tiết: áp suất dành cho việc kẹp chặt chi tiết cần gia công cần phải được theo dõi bằng một van tuần tự áp suất, khi đã thỏa mãn, van này cung cấp một tín hiệu điều khiển cho cơ cấu chấp hành tiếp theo hoạt động (ví dụ xilanh dẫn tiến khoan).

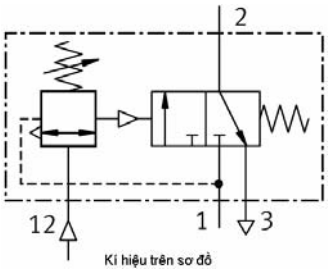
Hình 2.52 biểu diễn nguyên lý cấu tạo, hoạt động và ký hiệu trên sơ đồ của một van tuần tự áp suất.

Nguyên lý hoạt động:

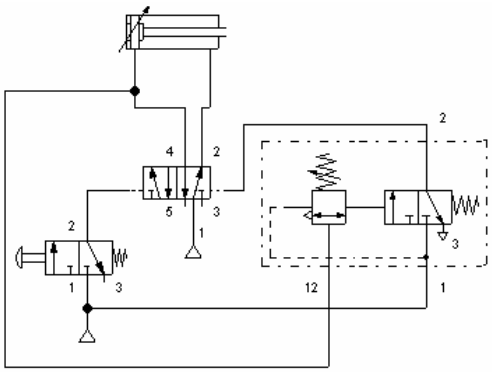
Áp suất cần giám sát được đặt vào cửa 12, khi áp suất đó vượt quá giá trị đặt nào đó (phụ thuộc vào yêu cầu công nghệ, nhỏ hơn áp suất của nguồn), van 3/2 sẽ mở đưa khí nén ra cửa làm việc 2. Van 3/2 sẽ đóng trở lại khi áp suất ở cửa 12 nhỏ hơn giá trị đã đặt.



Nguyên lý cấu tạo và hoạt động



Kí hiệu trên sơ đồ



Ví dụ ứng dụng van tuần tự áp suất

Hình dáng bên ngoài

Hình 2.52 mô tả van tuần tự áp suất

2.6 Các phần tử đưa tín hiệu (Input Elements)

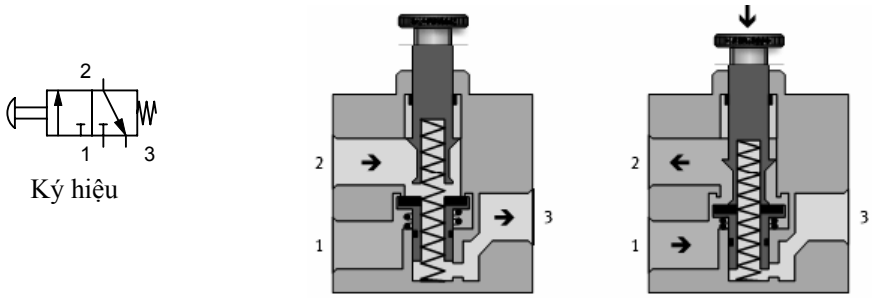
1. Khái niệm chung

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 3/2 hoặc 5/2
  + Trong hệ thống điều khiển bằng điện – khí nén, các phần tử dạng nút ấn, công tắc… với các tiếp điểm điện thường mở hay thường đóng.
- 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, các cảm biến, camera… và cung cấp các tín hiệu cần thiết cho quá trình điều khiển, cho thiết bị hiển thị, cảnh báo…

2. Nhóm phần tử khí nén giao tiếp người-hệ thống

Hình 2.53 mô tả nguyên lý cấu tạo, hoạt động và ký hiệu của một nút ấn (Pushbutton) thường đóng sử dụng van đảo chiều 3/2



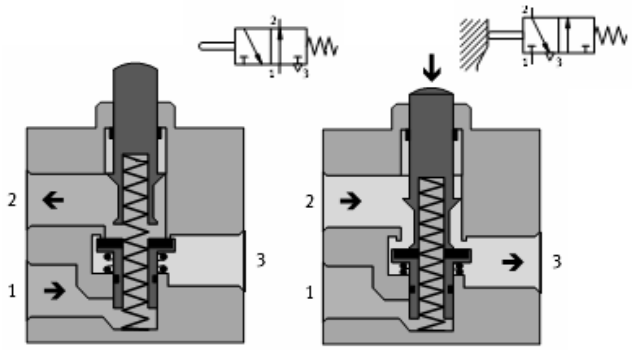
Hình 2.53 Nút ấn thường đóng

3. Nhóm phần tử giao tiếp trong hệ thống

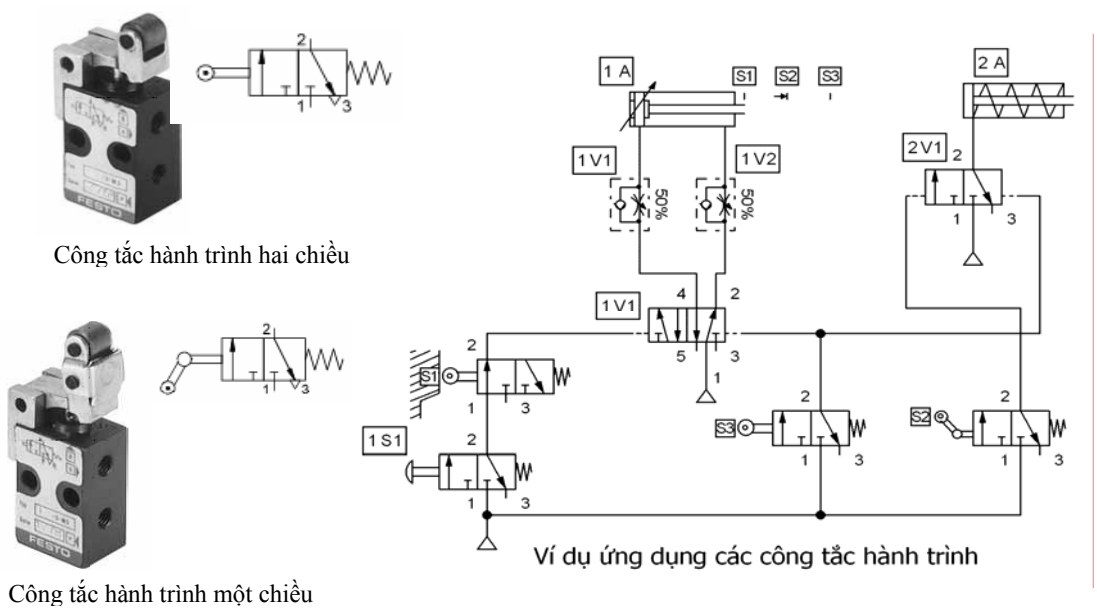
*) Các công tắc hành trình hay công tắc giới hạn (limit switch) tác động bằng cơ khí (Machanically actuated).

Hình 2.54 mô tả nguyên lý cấu tạo và hoạt động của một công tắc hành trình khí nén tác dụng bằng cơ khí, sử dụng van 3/2 thường mở

Hình 2.54



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 và công tắc hành trình chỉ tác động một chiều hoặc từ trái sang phải hoặc từ phải sang trái. Hình 2.55 mô tả các công tắc hành trình và ứng dụng



Hình 2.55

Chương 3 CÔNG NGHỆ ĐIỀU KHIỂN BẰNG KHÍ NÉN

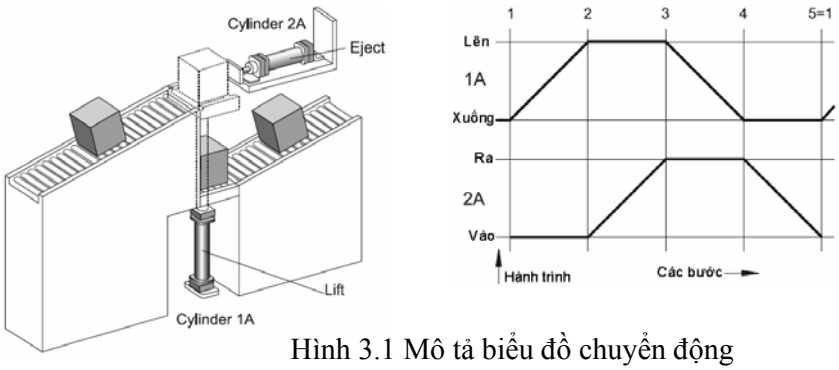
3.1. Phương pháp mô tả bài toán điều khiển

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, biểu 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 hay 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:

- *Biểu đồ chuyển động* (Motion diagram), trên hình 3.1 biểu diễn sơ đồ công nghệ một khâu vận chuyển sản phẩm và biểu 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 Mô tả biểu đồ chuyển động