

MÃ TÀI LIỆU: CK123

LỜI GIỚI THIỆU

Trong sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước tự động hóa đặc biệt có vai trò rất quan trọng. Ngày nay các thiết bị điều khiển truyền dẫn Thủy lực – Khí nén sử dụng trong máy móc trở nên rộng rãi ở hầu hết các lĩnh vực công nghiệp như máy công cụ điều khiển theo chương trình số (máy CNC), phương tiện vận chuyển, máy đập, tay máy lắp ráp các linh kiện điện tử, máy ép phun, máy bay, tàu thủy, máy y khoa, dây chuyền chế biến thực phẩm...do những thiết bị này làm việc linh hoạt, chính xác, điều khiển tối ưu.lắp ráp dễ dàng ở những không gian chật hẹp. Với mong muốn đó giáo trình được biên soạn với nội dung giáo trình bao gồm 2 chương:

Chương 1. Hệ thống thủy lực - khí nén

Chương 2. Kỹ thuật điều khiển thủy lực - khí nén

Qua đó trang bị cho các em sinh viên ngành cơ khí máy có nền kiến thức cơ bản nhất, với nhiều năm làm việc thực tiễn trên các máy sẽ giúp cho các em hiểu được nguyên lý hoạt động, đặc biệt là một số hệ thống điều khiển Thủy lực - Khí nén và Điện – Khí nén cơ bản trong công nghiệp hiện nay. Bên cạnh đó các em có thể hiểu và lắp ráp được các mạch đơn giản ứng dụng trong đời sống và sản xuất. Mặc dù đã rất cố gắng nhưng chắc chắn không tránh khỏi sai sót, tác giả rất mong nhận được ý kiến đóng góp của người đọc để lần xuất bản sau giáo trình được hoàn thiện hơn.

Tp,hcm, ngày.....tháng.... năm 20

Tham gia biên soạn

MỤC LỤC

ĐỀ MỤC	TRANG
Lời giới thiệu	2
Mục lục	3
Chương 1. Hệ thống thủy lực - khí nén	6
Chương 2. Kỹ thuật điều khiển thủy lực - khí nén	38
Tài liệu tham khảo	92

TÊN MÔ ĐUN:
KỸ THUẬT THỦY LỰC - KHÍ NÉN

Mã mô đun: CK123

I. Vị trí, tính chất của môn học:

- Vị trí: Môn học được giảng dạy vào năm học thứ 2 của ngành học Công nghệ chế tạo máy
- Tính chất: Là môn học tự chọn trong chương trình học ngành Công nghệ chế tạo máy
- Ý nghĩa: Giúp người học biết được những kiến thức cơ bản về Kỹ thuật điều khiển thủy lực - khí nén trong máy công nghiệp và hiểu được các nguyên lý hoạt động của các loại máy công nghiệp.
- Vai trò: Là mô đun chuyên môn thuộc ngành công nghệ chế tạo máy.

II. Mục tiêu môn học:

- Kiến thức:
 - + Sinh viên trình bày được các kiến thức cơ bản về các hệ thống điều khiển tự động bằng thủy lực – khí nén, điện – khí nén và phương pháp kiểm tra mạch điều khiển.
 - + Sinh viên trình bày được nguyên lý hoạt động của các phần tử cơ bản trong hệ thống, nguyên lý hoạt động của hệ thống, đặc biệt các hệ thống thông dụng hiện nay trong công nghiệp;
- Kỹ năng: Sinh viên thiết kế được các mạch điều khiển khí nén-khí nén, các mạch điều khiển điện –khí nén và lắp ráp được các mạch đơn giản ứng dụng trong đời sống và sản xuất.
- Năng lực tự chủ và trách nhiệm:
 - + Sinh viên phải có thái độ học tập nghiêm túc, luôn chấp hành nội quy xưởng.
 - + Rèn luyện tính kỷ luật, cẩn thận, dụng cụ thiết bị để đúng nơi quy định...

III. Nội dung tổng quát và phân bổ thời gian:

Số TT	Tên các bài trong môn học	Thời gian (giờ)			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành / thực tập/ thí nghiệm/ bài tập/ thảo luận	Kiểm tra
1	Hệ thống thủy lực - khí nén 1.1 Những khái niệm cơ bản về thủy lực, khí nén	8	7		1

Số TT	Tên các bài trong môn học	Thời gian (giờ)			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành / thực tập/ thí nghiệm/ bài tập/ thảo luận	Kiểm tra
2	1.2 Máy nén khí, thiết bị xử lý khí nén, thủy lực Kỹ thuật điều khiển thủy lực - khí nén 2.1. Kỹ thuật điều khiển khí nén 2.2 Kỹ thuật điều khiển bằng thủy lực	22	21		1
Tổng cộng		30	28		2

CHƯƠNG 1. HỆ THỐNG THỦY LỰC - KHÍ NÉN

- Giới thiệu:

Trong chương này giới thiệu về những đặc trưng của khí nén, các ưu nhược điểm khi ứng dụng khí nén trong lĩnh vực điều khiển.

- Mục tiêu:

+ Trình bày được những nét cơ bản về sự phát triển của thủy lực khí nén trong hệ thống công nghiệp.

+ Nêu được những đặc trưng của không khí nén

+ Trình bày được những ứng dụng của khí nén- thủy lực trong công nghiệp

+ Giải thích được những ưu nhược điểm của hệ thống truyền động bằng khí nén

+ Trình bày được cấu tạo của các thiết bị xử lý khí nén-thủy lực

- Nội dung chính:

1.1 Những khái niệm cơ bản về thủy lực, khí nén

1.1.1 Sự phát triển của kỹ thuật khí nén

Như chúng ta đã biết, không khí nén là một dạng năng lượng cũ mà con người đã sử dụng thay thế cho các lực cơ học. Từ hàng ngàn năm trước, không khí đã nén đến mức có thể chảy được. Nó còn là một trong bốn phần tử cơ bản được thừa nhận bởi người xưa. Người ta sử dụng chúng một cách có ý thức hoặc vô thức.

Một trong những bước đầu tiên là sự hiểu biết của chúng ta về việc ứng dụng kỹ thuật khí nén, có nghĩa là dùng không khí nén đến mức có thể chảy được để công tác. Một người Hy Lạp tên KTESIBIOS, cách đây hơn 2000 năm, đã chế tạo ra máy bắn đá đầu tiên bằng khí nén. Một trong những cuốn sách đầu tiên đã ghi lại việc sử dụng không khí nén như một nguồn năng lượng vào ngày đầu tiên của công nguyên. Nó đã mô tả lại các bộ phận điều khiển bằng không khí nóng.

Từ “Pneuma” là từ cổ Hy Lạp có nghĩa là gió, là hơi thở và trong triết học nó có nghĩa là linh hồn.

“Pneumatic” là một trong những cách miêu tả từ “Pneuma”. Đó là ngành khoa học về khí động lực học và các hiện tượng liên quan đã được đúc kết.

Sự hiểu biết của nhân loại về khoa học khí nén từ những thế kỷ đầu, song phải chờ đến thế kỷ này mới được chúng ta nghiên cứu có hệ thống. Từ khi đó kỹ thuật khí nén đã thực sự đi vào các ngành công nghiệp.

Điều đáng quan tâm là không khí nén được áp dụng rộng rãi trong các lĩnh vực quan trọng ví dụ như trong công nghiệp khai thác quặng mỏ, đường sắt, dệt, công nghiệp thực phẩm, v.v...

Mặc dù ban đầu có nhiều thiếu sót nhưng sự bổ sung thường xuyên những tri thức kinh nghiệm thực tế nên sự áp dụng kỹ thuật khí nén được phát triển ngày càng mạnh hơn.

Ngày nay không khí nén được dùng rộng rãi trong các nhà máy hiện đại, được bố trí thành hệ thống nguồn cung cấp như hệ thống điện.

1.1.2 Những đặc trưng của không khí nén

Có thể người ta sẽ ngạc nhiên về những tiến bộ vượt bậc trong lĩnh vực khí nén với một thời gian quá ngắn. Điều này có thể tự hiểu như một sự kiện mà ta không thể không nhận biết rằng không một cách nào đơn giản hơn và hợp lý hơn để giải quyết những vấn đề cơ khí hóa và tự động hóa.

Các đặc trưng cơ bản của không khí nén là:

- Về số lượng: không khí có sẵn ở khắp nơi nên có thể nén với số lượng vô hạn.

- Về vận chuyển: không khí nén có thể vận chuyển trong các đường ống, với một khoảng cách nhất định. Các đường ống dẫn về thì không cần thiết vì khí sẽ được thoát ra ngoài môi trường sau khi đã thực hiện công tác.

- Về lưu trữ: máy nén khí không nhất thiết phải hoạt động liên tục. Khí nén có thể được lưu trữ trong các bình chứa, được lắp nối trong các hệ thống ống dẫn để cung cấp cho sử dụng khi cần thiết.

- Về nhiệt độ: không khí nén ít thay đổi theo nhiệt độ.

- Về chống cháy nổ: không một nguy cơ nào gây cháy bởi khí nén, nên không tốn chi phí phòng cháy. Hoạt động với áp suất khoảng 6 bar nên phòng nổ không quá phức tạp.

- Về tính sạch sẽ: khí nén thì trong sạch ngay cả trong trường hợp là dòng chảy trong các đường ống hay trong các thiết bị, không một nguy cơ gây bẩn nào được quan tâm đến. Tính chất này rất cần thiết trong các ngành công nghiệp chuyên biệt như công nghiệp thực phẩm, vải sợi, lâm sản và thuốc da.

- Về cấu tạo các trang thiết bị: đơn giản nên rẻ tiền.

- Về vận tốc: không khí nén là một dòng chảy có lưu tốc lớn, cho phép đạt cực tốc độ cao (vận tốc làm việc các xylanh thường từ 1-2m/s, cá biệt có thể đạt đến 5m/s).

- Về tính điều chỉnh: vận tốc và lực của những thiết bị công tác bằng khí nén được điều chỉnh một cách vô cấp.

- Về sự quá tải: các công cụ và các thiết bị khí nén đảm nhận tải trọng cho đến khi chúng dừng hoàn toàn, cho nên sẽ không xảy ra quá tải.

Để phân định một cách cặn kẽ các lĩnh vực áp dụng kỹ thuật khí nén, cần phải biết đến các tính chất không thể không chú trọng đến như

- Cách xử lý: không khí nén phải được chuẩn bị sao cho không chứa bụi bẩn, tạp chất hay nước, vì chúng sẽ gây mòn cho các phần tử khí nén.

- Tính chịu nén: không khí có thể nén được cho phép thay đổi và điều chỉnh vận tốc của piston.

- Độ lớn lực tác dụng: không khí được nén sẽ không kinh tế nếu chưa đạt một áp suất nhất định. Áp suất làm việc thường được chấp nhận 7 bars. Độ lớn lực giới hạn từ 20.000N - 30.000N (2.000 - 3.000 kp), còn phụ thuộc vào vận tốc và hành trình.

- Sự thoát: khí nén xả sẽ tạo ra âm thanh ồn, nhưng nhờ có các bộ phận giảm thanh gắn ở từng đường thoát do đó vấn đề này cũng đã được giải quyết.

- Giá thành: không khí nén là nguồn năng lượng dồi dào, đơn giản và sẵn có nên giá thành của hệ thống sử dụng sẽ rẻ.

1.1.3 Đặc tính của khí nén

Không khí chung quanh ta có áp suất thay đổi, nó phụ thuộc vào:

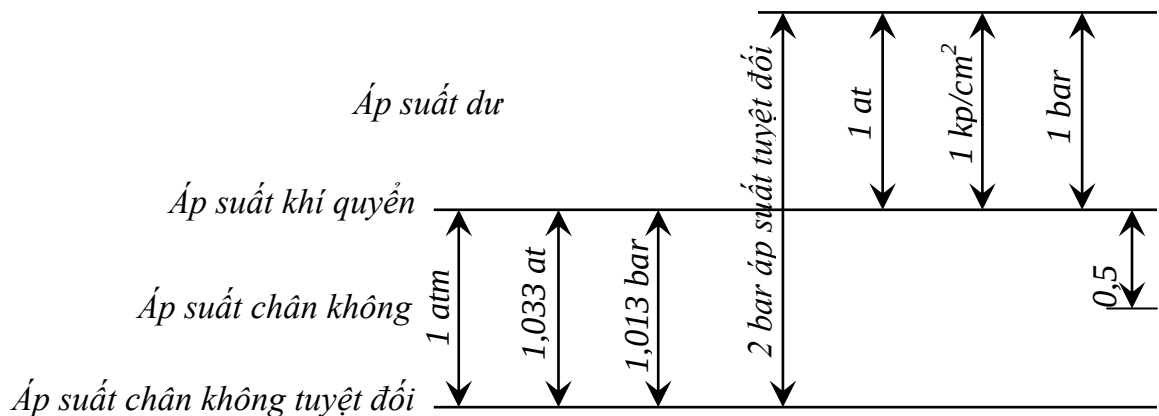
- Độ cao so với mực nước biển
- Vị trí địa lý
- Khí tượng

Chúng ta có thể phân loại các loại áp suất sau

Áp suất khí trời: là áp suất không khí chung quanh ta. Áp suất này bằng 1013mbar ở mực nước biển, 0^0 và ở vĩ tuyến 45^0 .

Áp suất chân không: Nếu khí quyển biến mất chung quanh quả đất, áp suất không còn nữa, ta có chân không tuyệt đối. Áp suất được biểu diễn so với chân không tuyệt đối gọi là áp suất tuyệt đối.

Áp suất dư: là áp suất đọc được so với áp suất khí quyển. Không khí dùng trong công nghiệp lúc đầu là không khí ở áp suất khí trời, được tăng lên một áp suất cao gọi là áp suất tương đối hay còn gọi là áp suất dư (áp suất đo).



1.1.4 Các đại lượng vật lý

Bề mặt địa cầu được bao quanh bởi một lớp không khí. Đây là một hỗn hợp các khí cần thiết cho sự sống, nó có tỉ lệ tương ứng như sau

Nitơ chiếm 78 % thể tích

Oxy chiếm 21 % thể tích

Còn lại là một số khí khác như : cacbonic, argon, hydro, neon, heli, cryton và xênon.

Để hiểu rõ thêm các định luật về động lực học và trạng thái của không khí, người ta đã liệt kê ra sau đây các thông số về vật lý và cùng với các hệ thống đo lường. Để thuận lợi trong việc nghiên cứu và ứng dụng người ta thường dùng hai hệ thống đo lường sau: hệ thống đo lường "KỸ THUẬT" và hệ thống đo lường "SI".

Các thông số cơ bản

THÔNG SỐ	KÍ HIỆU	HỆ KỸ THUẬT	HỆ SI
Chiều dài	l	mét (m)	mét (m)

Khối lượng	m	Kp.s ² /m	Kg
Thời gian	t	Giây (s)	Giây (s)
Nhiệt độ	T	°C	°K
Cường độ dòng điện	I	Ampe (A)	A
Cường độ ánh sáng			Candela (Cd)

Các thông số dẫn xuất

THÔNG SỐ	KÍ HIỆU	HỆ KỸ THUẬT	HỆ SI
Lực	F	Kp = kg.f = 9,8N	1 N = 1 Kg.m/s ²
Diện tích	A	m ²	m ²
Thể tích	V	m ³	m ³
Lưu lượng	Q	m ³ /s	m ³ /s
Áp suất	P	at	Pa
			1 Pa = 1 N/m ²
		Kp/cm ²	1 Bar = 14,5 psi
			1 Bar = 10 ⁵ Pa

Kết hợp giữa hệ thống đo lường kỹ thuật và quốc tế ta có công thức Newton:

$$F = m.a$$

trong đó: m - khối lượng

a - gia tốc

g - gia tốc trọng trường ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$)

Giữa các thông số ở trên tồn tại mối quan hệ sau:

Khối lượng 1 (kg) = 1 kp.s²/9,81.m

Lực 1(kp) = 9,81 (N) để đơn giản cho tính toán ta lấy: 1 (kp) ~ 10 (N)

Nhiệt độ ở điểm 0: 0°C = 273°K (Kelvin)

ở nhiệt độ khác: 1°C = 1°K (Kelvin)

Áp suất 1kg/cm² = 1bar = 10⁵N/m²

1 Atmosphère (at) : 1 at = 1 kp/cm² = 0,981 bar

2 Pascal, Pa, bar: 1 Pa = 1 N/m² = 10⁻⁵ bar; 1 bar = 10⁵ N/m² = 10⁵ Pa = 1,02 at

3 Atmosphère vật lý (atm): 1 atm = 1,033 at = 1,013 bar

4 Milimet cột nước, mm cột nước: 1000 mm cột nước = 1 at = 0,981 bar

5 Milimet thủy ngân, mmHg: 1mmHg = 1 Torr; 1at = 736Torr; 1bar = 750 Torr

Định luật boyle-mariotte

Ở nhiệt độ cố định, tích số thể tích và áp suất tuyệt đối của một khí lý tưởng là hằng số

$$P_{\text{tuyệt đối}} \times V = \text{constant}$$

Định luật gay-lussac

Ở một áp suất cố định, tích số giữa thể tích và nhiệt độ tuyệt đối của một khí lý tưởng là hằng số. $V \times T_{\text{tuyệt đối}} = \text{constant}$

Ghi chú: Nhiệt độ tuyệt đối luôn luôn được tính bằng độ Kelvin.

$0^\circ \text{K (Kelvin)} = -237^\circ \text{C (Celcius)}$.

Định luật charles

Ở một thể tích cố định, tỷ số giữa áp suất tuyệt đối và nhiệt độ tuyệt đối của một

khí lý tưởng là hằng số. $\frac{P_{\text{tuyệt đối}}}{T_{\text{tuyệt đối}}} = \text{constant}$

1.1.5 Khả năng ứng dụng của khí nén

1.1.5.1 Trong lĩnh vực điều khiển

Hệ thống điều khiển bằng khí nén được sử dụng ở những lĩnh vực có khả năng nguy hiểm nhiều nhất như: cháy, nổ, v.v... ví dụ như các thiết bị phun sơn, các loại đồ gá, kẹp chi tiết, plastic, hoặc được sử dụng trong những lĩnh vực sản xuất các thiết bị điện tử. Ngoài ra hệ thống điều khiển bằng khí nén được sử dụng trong các dây chuyền rửa tự động, trong các thiết bị vận chuyển và kiểm tra lò hơi, thiết bị mạ điện, đóng gói, bao bì và trong công nghiệp hóa chất.



Tay máy hàn những chi tiết phức tạp



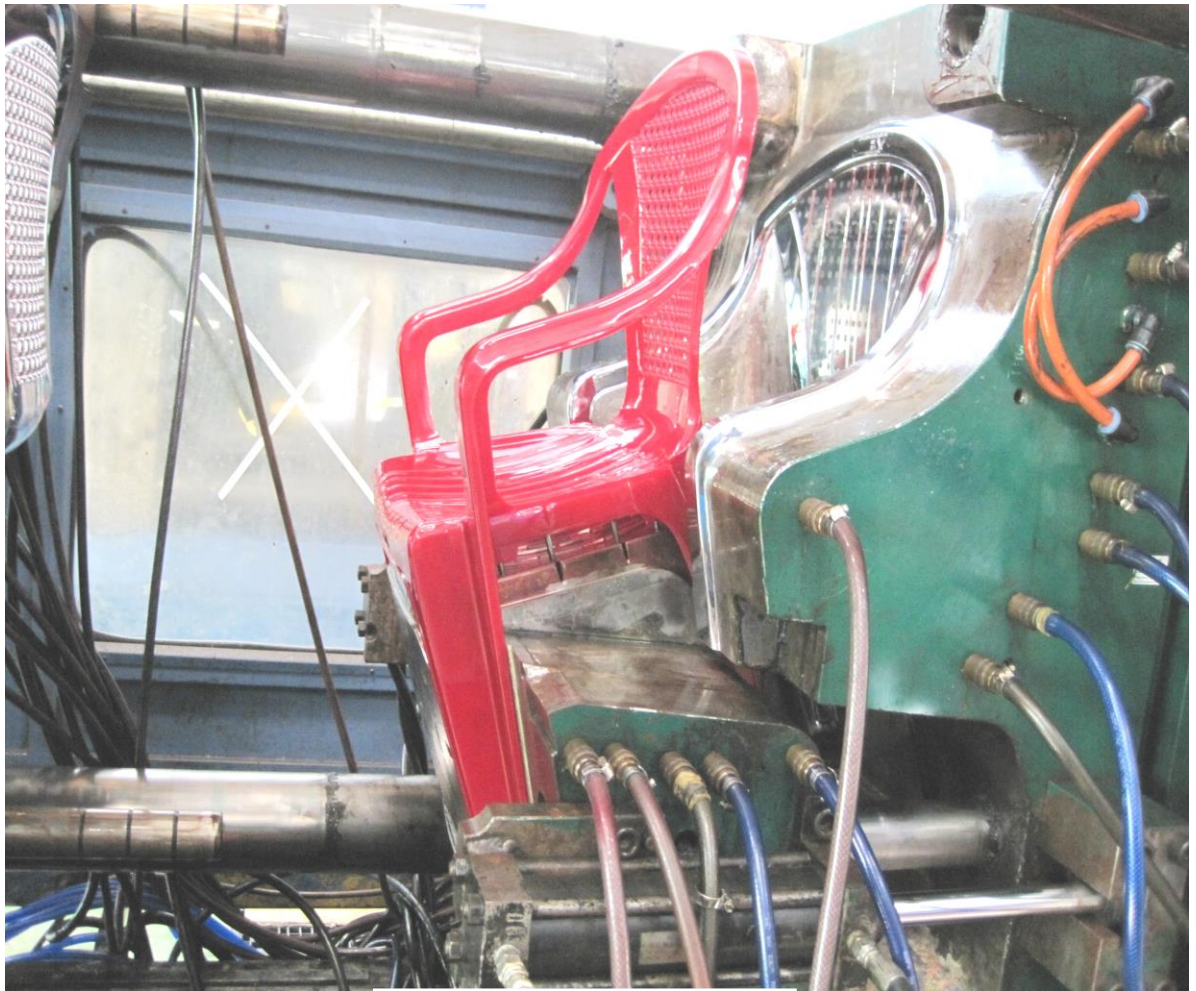
Tay máy đang gấp sản phẩm



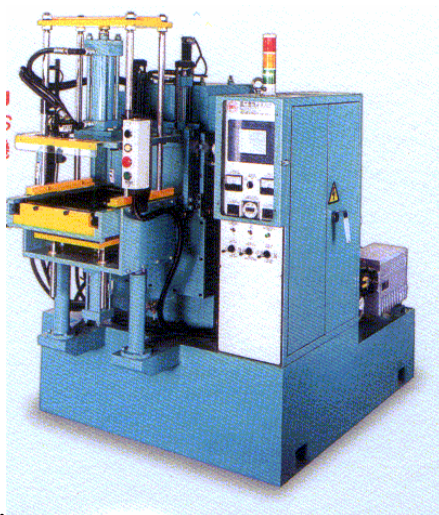
Tay máy tự xếp sản phẩm

1.1.5.2 Trong hệ thống truyền động

- Các dụng cụ, thiết bị máy va đập: máy khai thác đá, khai thác than, xây dựng hầm mỏ, đường hầm, v.v. . .
- Truyền động quay: các động cơ quay với công suất lớn, mặc dù giá thành đắt gấp 10 đến 15 lần so với động cơ điện có cùng công suất, nhưng thể tích và trọng lượng nhỏ hơn 30%. Những dụng cụ vặn vít từ M4 đến M30, máy khoan có công suất khoảng 3,5Kw, máy mài có công suất khoảng 2,5kw.
- Truyền động thẳng: được sử dụng trong các đồ gá kẹp chặt, các thiết bị đóng gói, máy gia công gỗ, trong các thiết bị làm lạnh cũng như trong các hệ thống phanh hãm của ô tô.
- Trong các hệ thống đo và kiểm tra, trong các hệ thống vận chuyển xi măng.

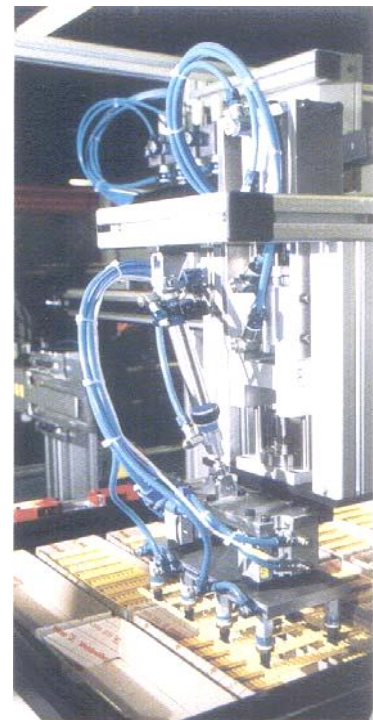


Khuôn tạo ghế nhựa



Máy ép đế dày

1.1.6 Ưu nhược điểm của hệ thống truyền động



Máy đóng gói sản phẩm

1.1.6.1 Ưu điểm

- Do khả năng chịu nén (đàn hồi) lớn của không khí, do vậy khả năng tích chứa áp suất khí nén một cách thuận lợi. Như vậy có khả năng ứng dụng để thành lập một trạm tích chứa khí nén.
- Có khả năng truyền tải năng lượng xa, bởi vì độ nhớt động học của khí nén nhỏ và tổn thất áp suất trên đường dẫn ít.
- Đường dẫn khí ra (khí thải) không cần thiết
- Chi phí thấp để thiết lập một hệ thống truyền động bằng khí nén
- Hệ thống phòng ngừa quá tải áp suất giới hạn được bảo đảm.

1.1.6.2 Nhược điểm

- Lực truyền tải trọng nhỏ
- Khi tải trọng trong hệ thống thay đổi, thì vận tốc truyền cũng thay đổi, vì khả năng đàn hồi của khí nén lớn, do đó không thể thực hiện được những chuyển động thẳng hoặc quay đều.
- Khí thoát ra gây ra tiếng ồn

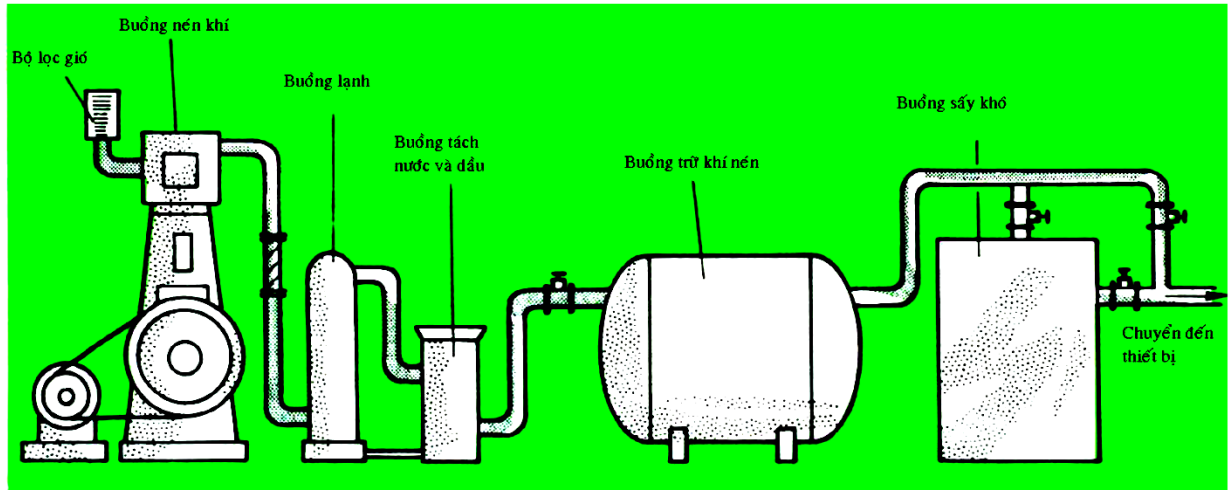
Do đó hiện nay, trong lĩnh vực điều khiển người ta thường kết hợp hệ thống điều khiển bằng khí nén với cơ khí, hoặc khí nén với điện điện tử. Do vậy rất khó xác định một cách chính xác ưu khuyết điểm của từng hệ thống điều khiển

1.2 Máy nén khí, thiết bị xử lý khí nén, thủy lực

1.2.1 Hệ thống thiết bị phân phối khí, thủy lực

Hệ thống thiết bị phân phối khí nén có nhiệm vụ chuyển không khí từ máy nén khí đến khâu cuối cùng để sử dụng.

Yêu cầu đối với hệ thống thiết bị phân phối khí nén là bảo đảm áp suất P, lưu lượng Q và chất lượng của khí nén cho nơi tiêu thụ, đồng thời về tổn thất áp suất đối với hệ thống thiết bị phân phối khí nén không được vượt quá 1 bar.



1.2.1.1 Máy nén khí kiểu piston

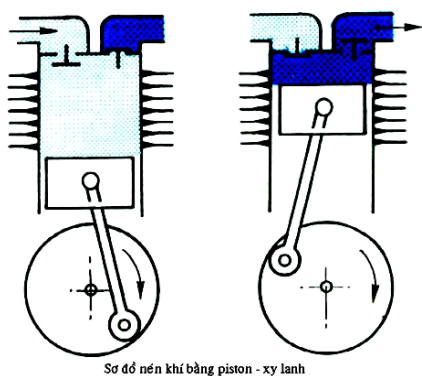
* Nguyên lý:

Không khí sau khi qua bộ lọc khí và được nén ở thân máy nén khí nhờ các van đóng và mở trên đầu của piston, sau đó được đẩy vào bình chứa.

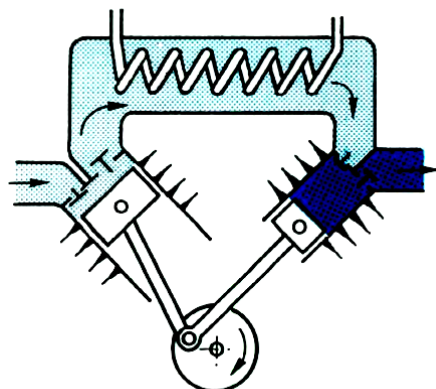
Để có thể nén đến áp suất từ 15 bar người ta thường sử dụng máy nén khí kiểu piston 2 cấp hoặc nhiều cấp, tuy nhiên vì không khí được nén nhiều lần do đó chúng phải có bộ phận làm mát trung gian.

* Ưu khuyết điểm

- Cứng vững
 - Hiệu suất cao
 - Bảo quản giản đơn
 - Gây ra các hiện tượng dao động đáng kể như tiếng ồn
 - Giá thành bảo quản cao
- Tạo ra khí nén theo xung và thường có dầu



Sơ đồ nén khí bằng piston - xy lanh

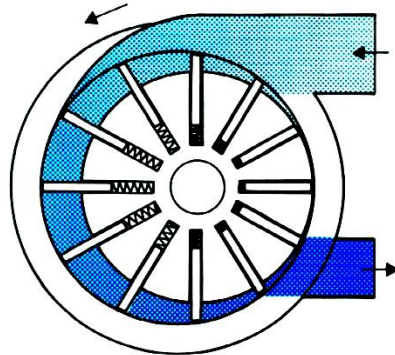


Sơ đồ nén khí bằng hai piston

1.2.1.2 Máy nén khí kiểu cánh gạt

* Nguyên lý

Không khí được nén vào buồng hút, nhờ rotor và stator đặt lệch nhau, nên khi rotor quay thì không khí sẽ vào buồng nén, sau đó khí nén sẽ vào buồng đẩy.



Ưu k

Nén khí bằng thiết bị cánh gạt

- Không công suất
- Không dao động, do đó êm hơn máy nén khí kiểu piston
- Sửa chữa dễ dàng
- Lưu lượng là hằng số, khí không bị xung
- Hiệu suất nhiệt động kém hơn máy nén khí kiểu piston
- Khí nén thông thường bị nhiễm dầu

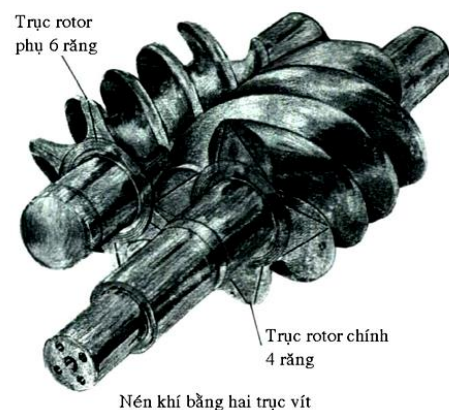
1.2.1.3 Máy nén khí kiểu trục vít

*Nguyên lý

Hai rôto có trục đặt song song (một rôto có 4 răng và rôto còn lại có 6 răng). Hoạt động theo nguyên lý thay đổi thể tích. Thể tích khoảng trống giữa các răng sẽ thay đổi khi trục vít quay được một vòng. Như vậy sẽ tạo ra quá trình hút (thể tích khoảng trống tăng lên), quá trình nén (thể tích khoảng trống nhỏ lại) và cuối cùng là quá trình đẩy.

Ưu khuyết điểm

- Không khí sạch và không bị xung
- Rất tin cậy: tuổi thọ của vít cao ($15000 \div 40000$ giờ)
- Nhỏ gọn
- Không sinh ra dao động
- Tỷ số nén bị hạn chế bởi tăng
- Giá thành cao
- Gây ra tiếng ồn lớn



Nén khí bằng hai trục vít

1.2.1.4 Máy nén khí kiểu Root

* Nguyên lý

Máy loại này gồm có 2 hoặc 3 cánh gạt (piston có dạng hình số 8), các piston đó được quay đồng bộ bằng bộ truyền động ở ngoài thân máy, trong quá trình quay không tiếp xúc nhau. Như vậy khả năng hút của máy phụ thuộc vào khe hở giữa hai piston, khe hở giữa phần quay và thân máy.

* Ưu khuyết điểm

- Khí nén tạo ra ít bị xung và không bị nhiễm dầu
- Ít tạo ra dao động
- Độ mòn giữa các răng và xy lanh

1.2.1.5 Máy nén khí kiểu Turbin

* Nguyên lý

Là những máy nén khí dòng liên tục, đặc biệt có lưu lượng lớn, gồm hai loại dọc trục và hướng tâm. Tốc độ của dòng chảy của khí rất lớn, có thể tăng tốc bằng cách tăng số lượng cánh turbin.

* Ưu khuyết điểm

- Khí nén có chất lượng tốt
- Các răng trên stato di động cho phép chỉnh được lưu lượng
- Tuổi thọ cao và ít đòi hỏi bảo trì
- Hiệu suất rất cao
- Kết cấu phức tạp
- Làm việc ở vận tốc cao do đó rất nhạy với mòn
- Khó điều chỉnh

1.2.1.6 Bộ bảo dưỡng

1/ Bộ lọc

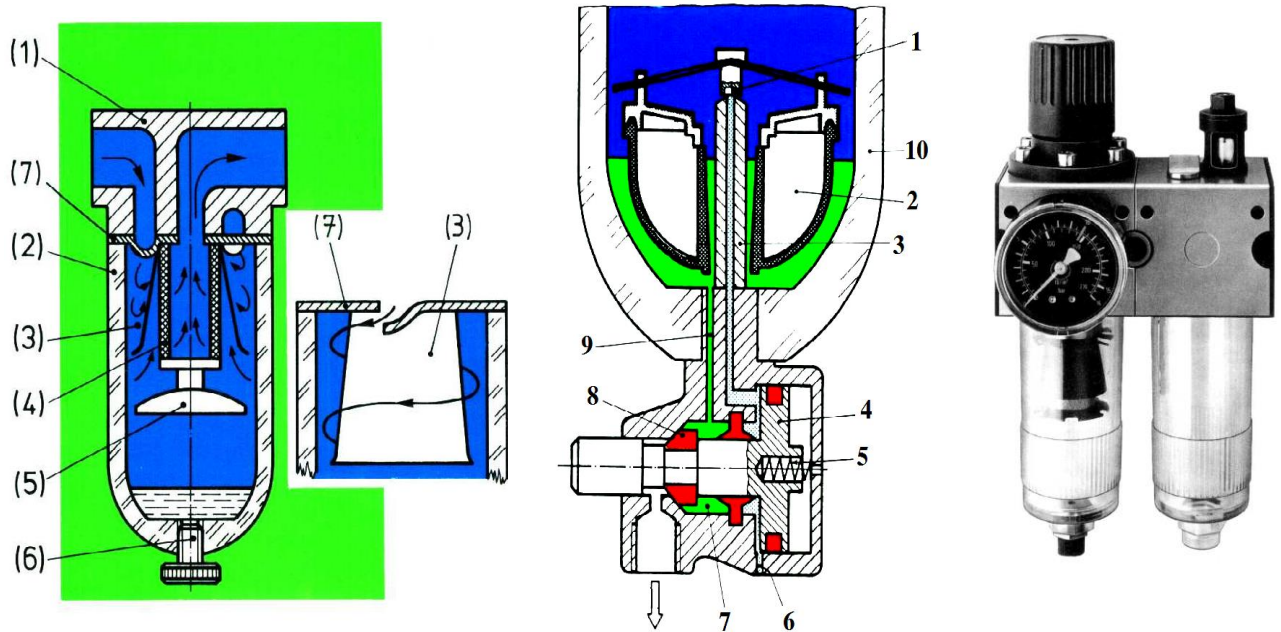
Bộ lọc có nhiệm vụ loại trừ khỏi không khí nén tất cả những tạp chất và làm ngưng tụ hơi nước. Không khí nén vào trong bình chứa (2), qua cửa xoắn (3) phát sinh một chuyển động xoắn và lực ly tâm có tác dụng làm lắng các phần tử nhỏ chất lỏng, chất rắn. Các tạp chất được thải ra ở đáy bình chứa. Những tạp chất cần được thải ra ở đáy bình chứa. Những tạp chất cần được xả ra khỏi bình chứa trước khi nó đạt đến mức cao nhất (có thể nhận biết bằng vạch chỉ thị trên bình chứa).

Những chất liệu rắn có kích thước lớn hơn kích thước những lỗ lọc sẽ được giữ lại. Những chất kết tủa này có nguy cơ lấp kín vòng lưới lọc cản trở quá trình lọc, cho nên cần làm sạch hoặc thay vòng lưới lọc thường xuyên. Kích thước lỗ lọc thường từ $30 \div 70 \mu\text{m}$, cũng có những bộ lọc có kích thước lỗ đến $0,01 \mu\text{m}$. Khi lượng nước ngưng tụ đến vạch mức giới hạn, nó có thể được thải ra ngoài bằng cách tháo vít (4) hay thải bằng một hệ thống tự động.

Nguyên lý hoạt động của hệ thống thải tự động

Hơi nước ngưng tụ tĩnh trong bộ lọc khí qua cửa (9) vào trong khoảng không gian của đệm kín (3). Sự gia tăng của lượng hơi nước này làm phao (2)

dâng lên theo chiều cao. Khi đến mức giới hạn cho phép, miệng ống (7) mở ra, khí nén trong bình chứa của bộ lọc thoát qua đường ống và đẩy piston điều khiển (4) mang đệm kín (3) tịnh tiến sang phải hình thành độ hở, như vậy lượng nước ngưng tụ có thể thoát ra ngoài. Khí nén có thể thoát dần dần bởi miệng ống (6). Do đó lõi đi qua lúc này được hở ra một lúc, rồi sau đó miệng ống (7) được đóng kín.



2/ Bộ chỉnh áp suất

a/ Bộ điều chỉnh áp suất có lỗ thoát

Bộ điều chỉnh áp suất dùng để duy trì áp suất làm việc (áp suất thứ cấp) ở giá trị không đổi khi có sự thay đổi trong mạng phân phối (áp suất sơ cấp) hoặc nơi làm việc. Áp suất sơ cấp phải luôn luôn cao hơn áp suất thứ cấp, áp suất được giữ ổn định bởi màng (1), màng này được tác động ở một mặt bởi áp suất thứ cấp, còn mặt kia bởi một lò xo (2) có thể điều chỉnh được áp lực bởi vít điều chỉnh (3).

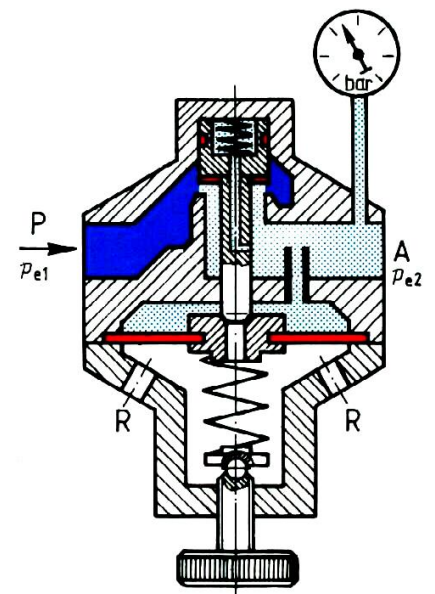
Khi áp suất sơ cấp tăng lên làm con trượt (6) đi xuống làm giảm tiết diện dòng khí giữ áp suất thứ cấp không đổi.

Khi áp suất sơ cấp giảm xuống, lò xo (2)

đẩy con trượt đi lên làm tăng tiết diện dòng

khí, kết quả áp suất thứ cấp vẫn không thay đổi.

Nếu như áp suất phía thứ cấp tăng mạnh, màng sẽ bị nén mạnh ngược với lực tác động của lò xo bộ phận chính giữa của màng hình thành lõi đi qua và khí có thể thoát qua ở 2 lỗ bên dưới.



b/ Bộ điều chỉnh áp suất không có lỗ thoát

Trong thực tế vẫn còn tồn tại cơ cấu điều chỉnh áp suất không có cửa thoát. Bộ điều chỉnh này không cho phép khí thoát ra ngoài dưới tác động của áp suất làm việc (phía thứ cấp).

* Nguyên lý hoạt động

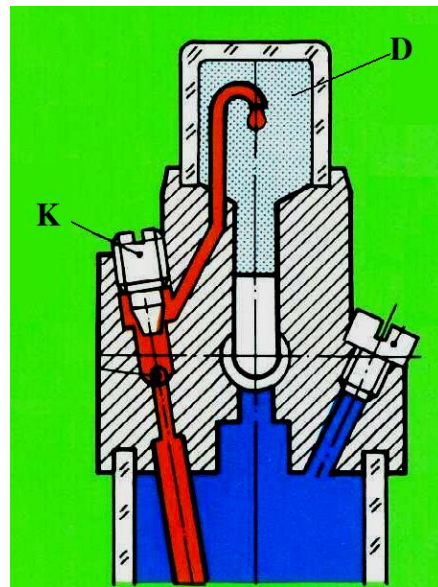
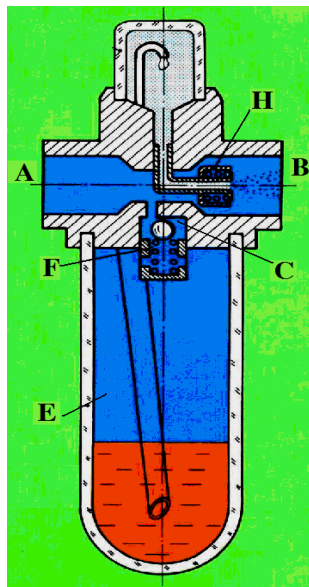
Vít điều chỉnh (2) nén lò xo (8) dẫn tới màng đẩy (3). Tùy theo sự điều chỉnh (2), (8) mà các dòng khí ở phía sơ cấp, thứ cấp tăng lên hoặc giảm đi và cơ cấu đẩy (6) lệch thêm hoặc kém đi mà van (5) có mặt tựa được đóng kín.

Nếu lượng khí phía thứ cấp P_2 tăng áp suất tăng sẽ ép màng (3) di chuyển ngược với chiều tác động của lực lò xo (8). Lúc bấy giờ lò xo (7) ép cơ cấu đẩy xuống dưới và bề mặt đỡ ở trên của van hãm lại sự đi qua của dòng khí, lượng khí ở bên thứ cấp có thể tụ lại nơi nguồn phát sinh thuộc phía sơ cấp P_1

3/ Thiết bị bôi trơn

Thiết bị bôi trơn dùng để bôi trơn đầy đủ các chi tiết truyền dẫn khí nén khác nhau. Dầu bôi trơn dùng để giảm sự mài mòn của các chi tiết có ma sát lúc làm việc, giảm bớt đáng kể sự ma sát và bảo vệ các chi tiết khỏi sự ăn mòn.

Thiết bị bôi trơn chỉ làm đúng chức năng của nó khi mà dòng khí đạt đến một giá trị đủ lớn. Vì vậy phải luôn luôn xem xét những quy định về lưu lượng bởi nhà sản xuất.



* Nguyên lý hoạt động

Trong thiết bị bôi trơn khí đi từ A về B. Một van H ngăn sự trở về của khí, một ống dẫn xiên nối từ bình chứa E **dẫn dầu** đến buồng D nhờ sự giảm áp ở C. Vít điều chỉnh K cho phép điều chỉnh lượng dầu bôi trơn, có thể quan sát được nhờ kính trong ở buồng D. Những hạt dạng sương hỗn hợp khí - dầu được trộn và dẫn qua đường ống G, hướng về cửa ra B. Những giọt dầu lớn không pha trộn vào khí sẽ lắng tại F và trở về bình chứa E.

Thiết bị bôi trơn thường làm việc theo nguyên tắc " ống Venturi " . Hiệu số áp suất (hay sự giảm áp) giữa áp suất ở trước ống Venturi và áp suất ở trong phần bị thất hút chất lỏng (dầu nhờn) và tán nhuyễn vào hỗn hợp khí.

1.2.1.7 Thiết bị xử lý khí nén

1/ Yêu cầu về khí nén

Khí nén được tạo ra từ những máy nén khí chứa đựng nhiều chất bẩn, độ bẩn có thể có những mức độ khác nhau. Chất bẩn bao gồm bụi, độ ẩm của không khí, những phần tử cặn của chất bôi trơn. Hơn nữa trong quá trình nén, nhiệt độ khí nén tăng lên, có thể gây nên quá trình oxy hóa một số phần tử kể trên. Như vậy khí nén bao gồm những chất bẩn trên được tải đi trong những ống dẫn khí, sẽ gây nên sự ăn mòn, han rỉ trong ống dẫn và các phần tử trong hệ thống điều khiển. Do vậy khí nén sử dụng trong kỹ thuật nhất thiết phải được xử lý. Mức độ xử lý tùy thuộc vào phương pháp xử lý và phạm vi ứng dụng.

2/ Các phương pháp xử lý khí nén

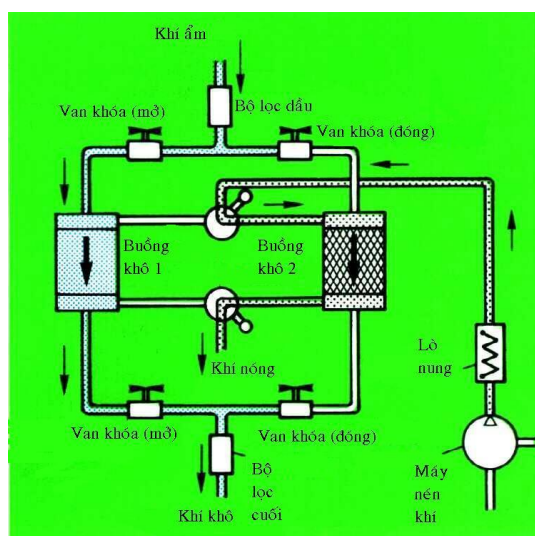
Bình ngưng tụ - Làm lạnh bằng không khí

Khí nén sau khi ra khỏi máy nén khí sẽ được dẫn vào bình ngưng tụ tại đây áp suất khí sẽ được làm lạnh và phần lớn lượng hơi nước chứa trong không khí sẽ được ngưng tụ và tách ra.

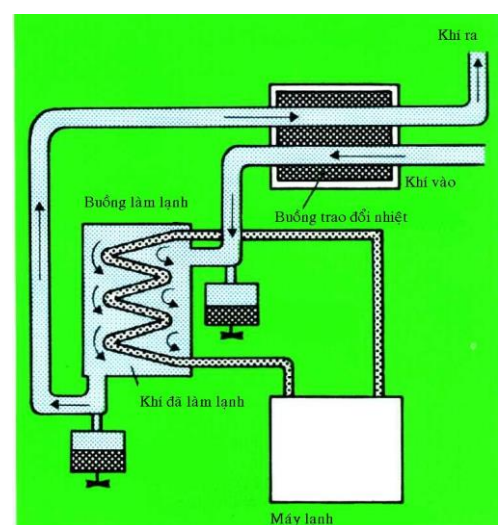
Thiết bị sấy khô bằng chất làm lạnh

Khí nén từ máy nén khí sẽ qua bộ phận trao đổi nhiệt khí - khí tại đây dòng khí nén vào sẽ được làm lạnh sơ bộ bằng dòng khí nén đã được sấy khô và xử lý từ bộ phận ngưng tụ đi lên.

Sau khi làm lạnh sơ bộ, dòng khí nén vào bộ phận trao đổi nhiệt khí chất làm lạnh, quá trình làm lạnh sẽ được thực hiện bằng cách, dòng khí sẽ được đổi chiều trong những ống dẫn nằm trong thiết bị này. Nhiệt độ hóa sương tại đây là $+2^{\circ}\text{C}$ như vậy lượng hơi nước trong dòng khí nén vào sẽ được tạo thành từng giọt nhỏ một. Lượng hơi nước sẽ được ngưng tụ trong bộ phận kết tủa.



NGUYÊN TẮC LÀM KHÔ KHÔNG KHÍ

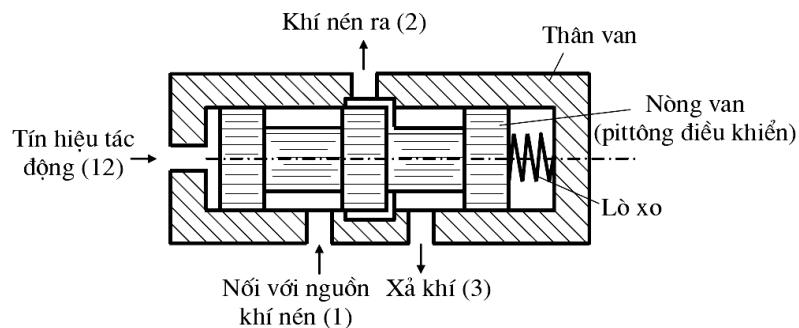


NGUYÊN TẮC LÀM LẠNH - KHÔ

Dầu, nước và chất bẩn sau khi được tách ra khỏi dòng khí nén sẽ được đưa ra ngoài qua van thoát nước ngưng tụ tự động. Dòng khí đã được làm sạch và còn lạnh sẽ được đưa đến bộ phận trao đổi nhiệt, để nhiệt độ khoảng từ 6°C đến 8°C trước khi đưa vào sử dụng

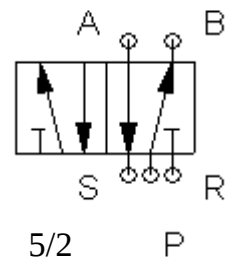
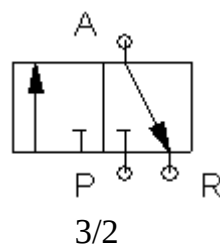
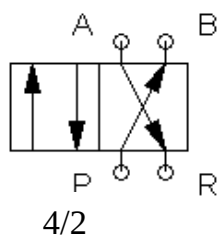
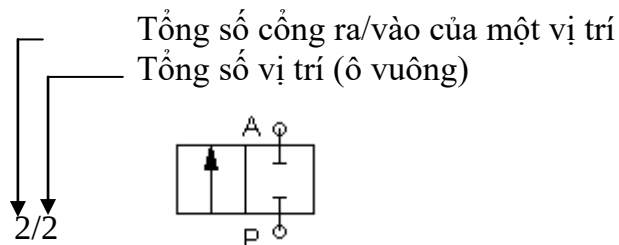
1.2.2 Van đảo chiều

Van đảo chiều có nhiệm vụ điều khiển dòng năng lượng bằng cách đóng, mở hay chuyển đổi vị trí, để thay đổi hướng của dòng năng lượng.



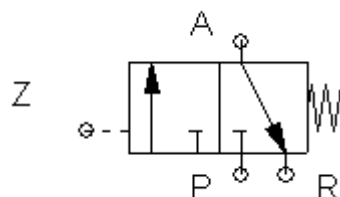
* Ký hiệu

Sự chuyển đổi của nòng van được biểu diễn bằng các ô vuông liên nhau, dòng năng lượng sẽ theo chiều mũi tên đi lên và bị chặn lại khi có ký hiệu chữ T.



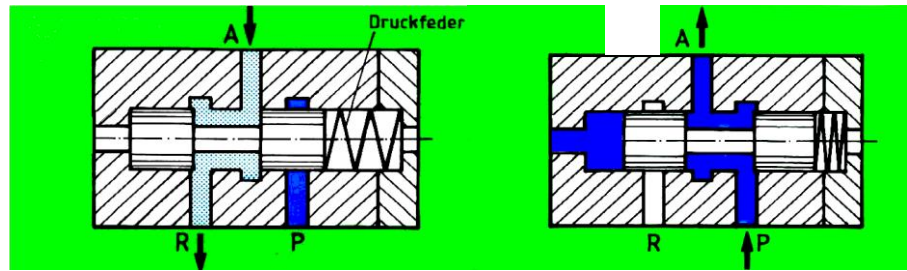
1.2.2.1 Van đảo chiều không duy trì 3/2

➤ Ký hiệu



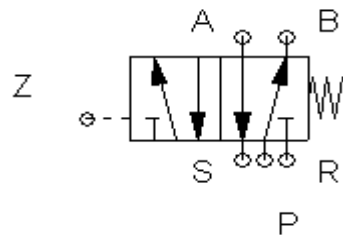
➤ Nguyên lý hoạt động:

Khi chưa có tín hiệu nguồn từ cửa P sẽ bị chặn lại bởi ký hiệu chữ T khi có tín hiệu ở đường điều khiển Z thì piston sẽ dịch chuyển sang phải và nguồn từ cửa P sẽ theo chiều mũi tên đi lên đường A và khi tín hiệu ở đường điều khiển Z mất đi thì do áp lực của lò xo làm piston tự di chuyển sang trái lúc này nguồn từ cửa P sẽ thôi cấp tín hiệu.



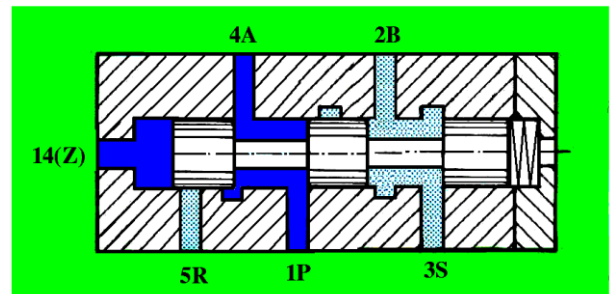
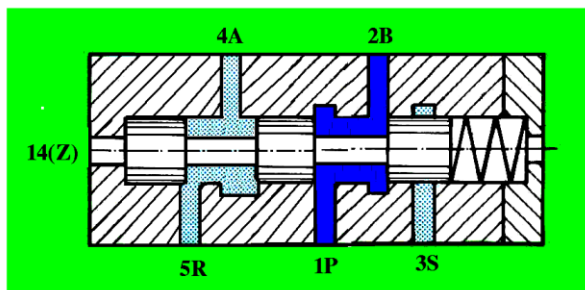
1.2.2.2 Van đảo chiều không duy trì 5/2

➤ Ký hiệu



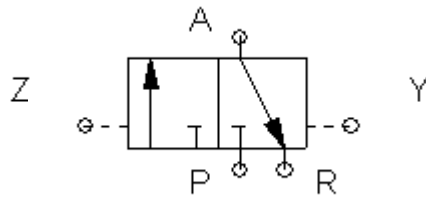
➤ Nguyên lý hoạt động:

Khi chưa có tín hiệu ở đường điều khiển Z, do áp lực của lò xo sẽ đẩy piston dịch chuyển sang trái lúc này nguồn từ cửa P sẽ theo chiều mũi tên đi lên cửa B, khi đường điều khiển Z có tín hiệu thì piston sẽ dịch chuyển sang phải và nguồn từ cửa P sẽ theo chiều mũi tên đi lên cửa A, khi tín hiệu ở đường Z mất thì do áp lực của lò xo piston sẽ tự di chuyển sang trái lúc này nguồn từ cửa P sẽ di chuyển theo chiều mũi tên đi lên cửa B



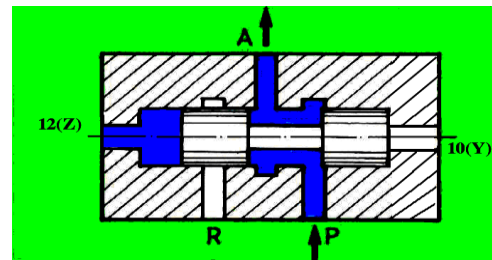
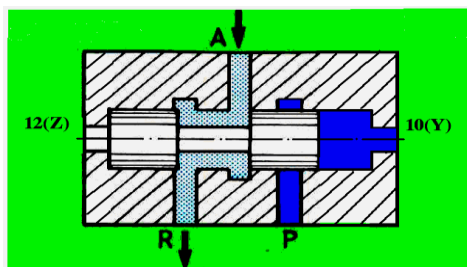
1.2.2.3 Van đảo chiều duy trì 3/2

➤ Ký hiệu



➤ **Nguyên lý hoạt động:**

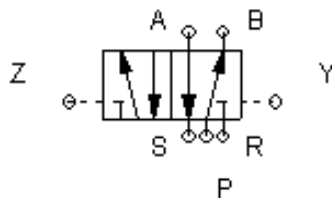
Ở trạng thái ban đầu, khi chưa có tín hiệu ở đường Z và đường Y có tín hiệu, nguồn từ cửa P sẽ bị chặn lại bởi ký hiệu chữ T, khi có tín hiệu ở đường điều khiển Z và đường Y mất tín hiệu lúc này piston sẽ dịch chuyển sang phải và nguồn từ cửa P sẽ di chuyển theo chiều mũi tên đi lên đường A. Khi tín hiệu ở đường điều khiển Z mất, piston không tự di chuyển về vị trí ban đầu được nếu muốn thay đổi trạng thái thì đồng thời tín hiệu ở đường điều khiển Y phải có và tín hiệu ở đường Z phải mất đi piston sẽ bị tác động và di chuyển sang trái lúc này nguồn từ cửa P sẽ thổi cấp tín hiệu.



Lưu ý : do hai đầu của Van đảo chiều đều có đường tín hiệu vào, do đó người ta quy ước rằng vị trí khởi đầu của Van đảo chiều duy trì là vị trí ở ô vuông phía bên phải.

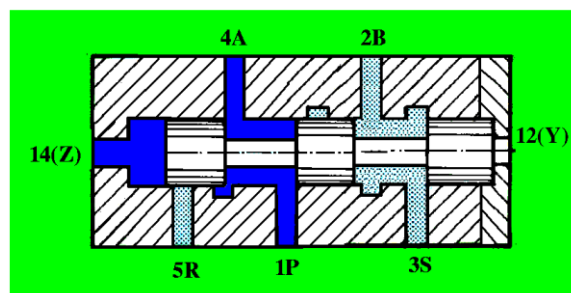
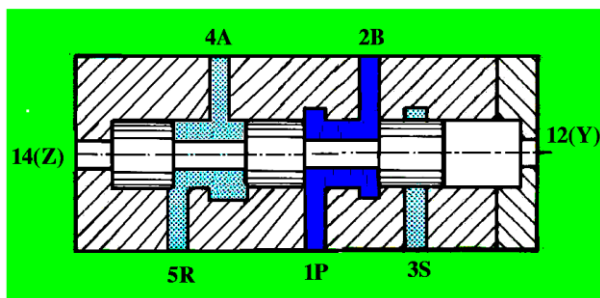
1.2.2.4 Van đảo chiều duy trì 5/2

➤ **Ký hiệu**



➤ **Nguyên lý hoạt động:**

Ở trạng thái ban đầu, khi tín hiệu ở đường điều khiển Z chưa có và tín hiệu ở đường Y có thì piston ở vị trí bên trái và nguồn từ cửa P sẽ di chuyển theo chiều mũi tên đi lên đường B. Nếu muốn thay đổi trạng thái thì đồng thời tín hiệu ở đường điều khiển Y phải mất đi và tín hiệu ở đường Z phải có thì piston sẽ bị tác động và di chuyển sang phải lúc này nguồn từ cửa P sẽ di chuyển theo chiều mũi tên đi lên cửa A. Nếu muốn quay về vị trí ban đầu thì đồng thời tín hiệu ở đường điều khiển Z mất đi và tín hiệu ở đường điều khiển Y phải có, lúc này piston sẽ dịch chuyển sang trái và nguồn P sẽ theo chiều mũi tên đi lên đường B.

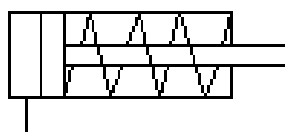


Lưu ý : do hai đầu của Van đảo chiều đều có đường tín hiệu vào, do đó người ta quy ước rằng vị trí khởi đầu của Van đảo chiều duy trì là vị trí ở ô vuông phía bên phải

1.2.3 Xylanh

1.2.3.1 Xylanh tác động một phía

➤ Ký hiệu

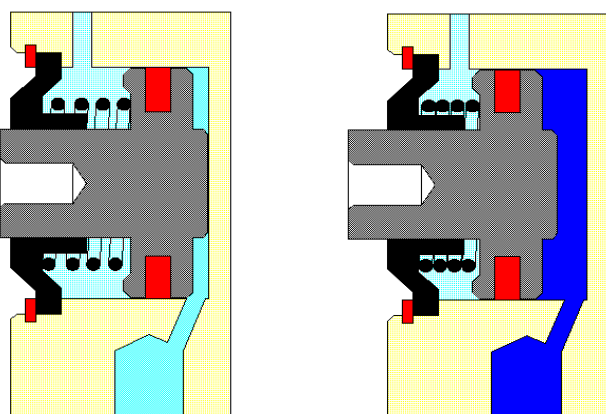


➤ Nguyên lý hoạt động:

Xylanh tác động một phía được cung cấp khí nén bởi một phía duy nhất. Như vậy nó chỉ có thể cho hành trình làm việc ở một chiều duy nhất. Hành trình ngược lại của piston được thực hiện bởi lò xo hoặc lực ngoài. Cho nên khí nén chỉ cần thiết cho việc di chuyển ở một chiều duy nhất. Sự xác định kích thước lò xo tùy thuộc kiểu có thể đưa piston đi (hay về) vị trí khởi động một cách nhanh chóng.

Trong xylanh tác động một phía phản hồi bằng lò xo, hành trình là một hàm theo độ dài của lò xo. Thường trong xylanh tác động một phía hành trình không vượt quá 100mm.

Như thế chỉ sử dụng chúng trong các công việc đơn giản như : siết chặt, đẩy ra, nâng lên, lắp vào của các chi tiết, cấp chuyển động,v.v...



Xylanh kiểu piston



Độ kín được đảm bảo bởi vật liệu nhựa dẻo hoặc vật liệu mềm được lắp vào trong piston bằng kim loại. Chuyển động ở mép piston là chuyển động trượt kín trong bề mặt hình trụ của xy lanh.

Điều thứ hai cần trình bày đó là loại xy lanh có lò xo thực hiện hành trình làm việc còn khí nén được cung cấp để thực hiện hành trình ngược lại. Thường trong trường hợp này người ta sử dụng năng lượng khí nén để dừng, hãm (sự hãm trong các xe tải, xe hơi, toa xe và nó bảo đảm một cách chắc chắn)

Xylanh kiểu màng

Một màng có thể là cao su, nhựa dẻo hoặc cũng có thể là kim loại đảm nhận vai trò của piston. Cần của piston được cố định ở trung tâm của màng, không có đệm che kín. Hành trình về của nó được thực hiện do sự phục hồi của vật liệu.

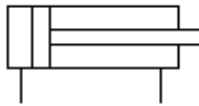
Xylanh kiểu màng cuộn

Xylanh kiểu màng cuộn nó có dạng kiểu màng, trong đó màng có dạng như chiếc vớ, nó làm việc theo một nguyên tắc tương tự.

Ở đây người ta vẫn sử dụng một cái màng, dưới tác dụng đẩy tới của khí nén, màng này sẽ được đẩy theo hướng vào bên trong của xy lanh và đẩy cần piston theo chiều ra ngoài.

1.2.3.2 Xylanh tác động hai phía

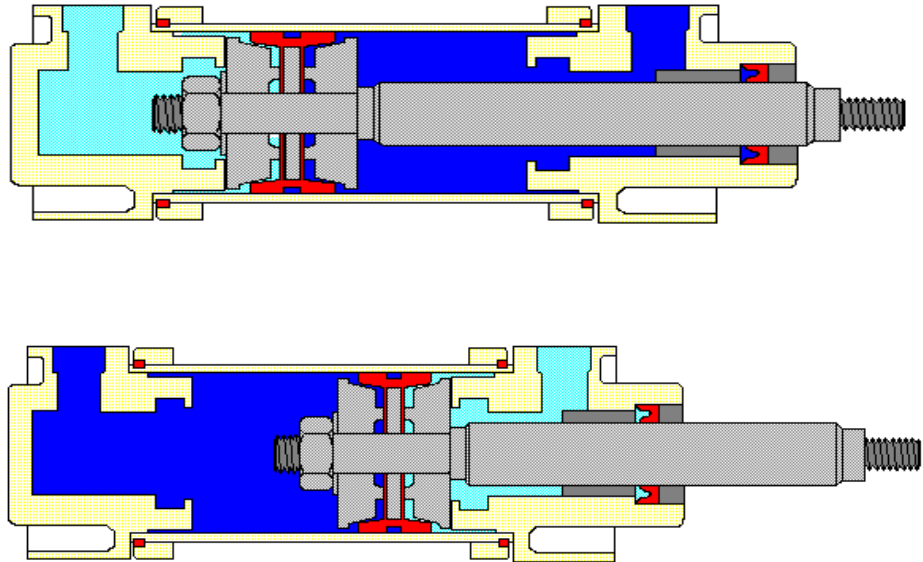
*** Ký hiệu**



➤ Nguyên lý hoạt động:

Trong trường hợp này lực tác dụng bởi khí nén kích thích lên piston một chuyển động về một phía. Một lực tác dụng tương tự làm di chuyển một hành trình ngược.

Xylanh tác động hai phía được sử dụng trong trường hợp đòi hỏi cần thực hiện 2 chiều có điều kiện. Độ kín giữa xy lanh và piston được đảm bảo bởi các đệm ở mép của piston.



➤ Xylanh có giảm chấn ở cuối hành trình

Ở đây khối dẫn hướng đóng vai trò quan trọng. Để tránh sự va đập và dẫn tới những hư hỏng của các trang thiết bị trong xylanh, người ta đã làm một hệ thống giảm chấn điều chỉnh được ở cuối hành trình của xylanh. Hệ thống này được thiết lập vì piston cần được giảm chấn một cách đáng kể ở cuối hành trình. Nó có một đường thoát khí với tiết diện nhỏ có thể điều chỉnh tạo nên hiệu ứng giảm chấn.

Khí được tích trữ trong cuối buồng chứa của xylanh sau mỗi lần nén. Lúc bấy giờ áp suất dư phát sinh thoát qua van tiết lưu và hiệu ứng giảm chấn bắt đầu (do chảy qua tiết diện nhỏ). Sự nén khí qua đường này bổ sung thêm cho việc hấp thụ một phần năng lượng, piston hãm chuyển động và đi tới chậm dần cho đến vị trí cuối của hành trình. Ở lần đảo chiều chuyển động của sự di chuyển piston, khí đi vào một cách tự do trong buồng xylanh và đi ngang qua van một chiều.

➤ Các kiểu giảm chấn khác

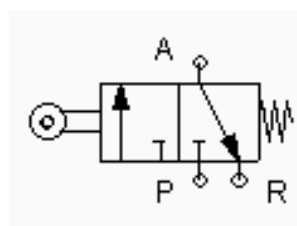
- Giảm chấn không điều chỉnh được ở hai phía
- Giảm chấn không điều chỉnh được ở một phía
- Giảm chấn điều chỉnh được ở một phía

1.2.4 Công tắc hành trình

Chức năng chủ yếu của công tắc hành trình là cung cấp tín hiệu khi cơ cấu (như xylanh) đạt đến vị trí của hành trình đã định sẵn, để điều khiển như đảo chiều chuyển động, điều chỉnh tốc độ, điều khiển các bộ phận khác, v.v...

1.2.4.1 Công tắc hành trình tác động hai chiều

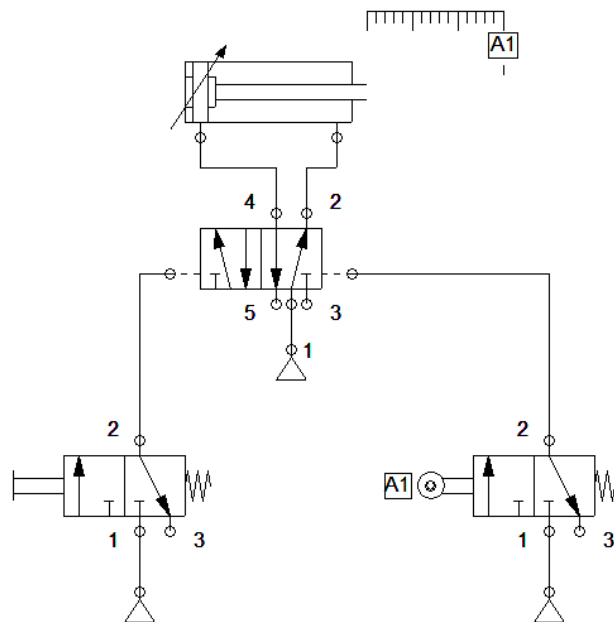
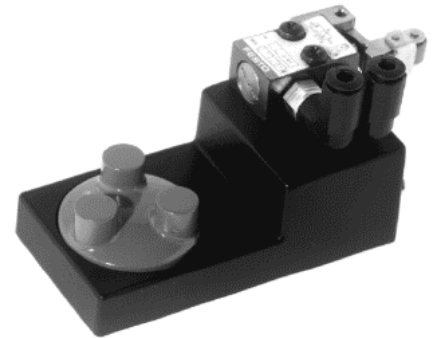
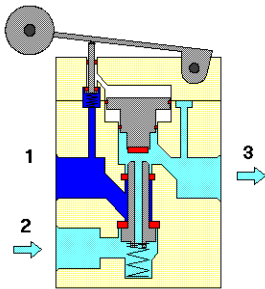
➤ Ký hiệu



➤ Nguyên lý hoạt động:

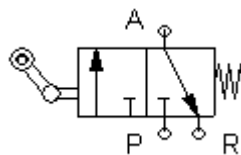
Công tắc hành trình 3/2 được nối liền với nguồn cung cấp khí qua cửa P. Khi con lăn bị tác động, khí nén tràn về phía màn đẩy con trượt đi xuống làm đóng đường dẫn khí giữa

A và R và mở đường dẫn nối P tới A. Khi con lăn không còn bị tác động nữa thì đường dẫn khí nén tới màng bị đóng, lò xo sẽ đẩy con trượt đi lên trở về vị trí ban đầu làm đóng cửa P, khí sẽ đi từ cửa A đến thoát ở cửa R



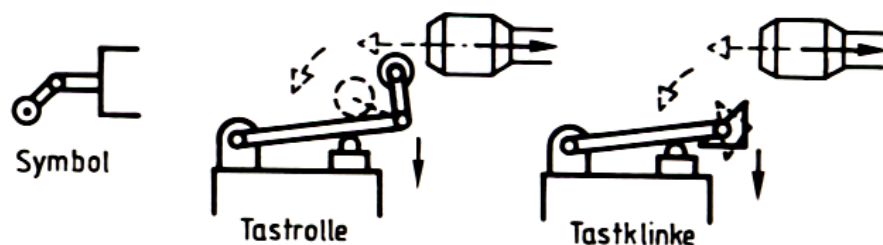
1.2.4.2 Công tắc hành trình tác động một chiều

➤ Ký hiệu



- Trong những mạch ở trường hợp có sự trùng tín hiệu (như một van đảo chiều tác động lần lượt hai phía), thì đối với công tắc hành trình tác động hai chiều thì không sử dụng được, trong trường hợp này thì phải sử dụng công tắc hành trình tác động một chiều.

Lưu ý: khi sử dụng công tắc hành trình tác động một chiều, trong sơ đồ mạch cần phải vẽ chiều mũi tên mà cơ cấu chấp hành tác động ở phía nào.

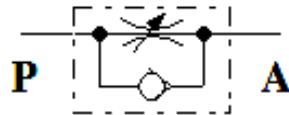


1.2.5 Van tiết lưu

Van tiết lưu có nhiệm vụ điều chỉnh dòng chảy, tức là điều chỉnh vận tốc hoặc là thời gian chạy của cơ cấu chấp hành. Nguyên lý làm việc của van tiết lưu là lưu lượng dòng chảy qua van phụ thuộc vào sự thay đổi tiết diện.

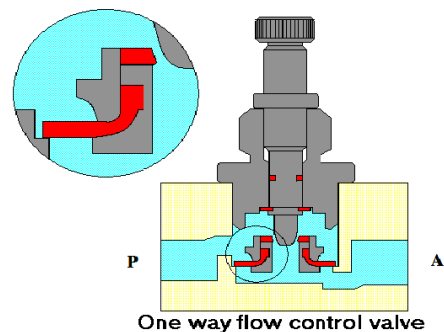
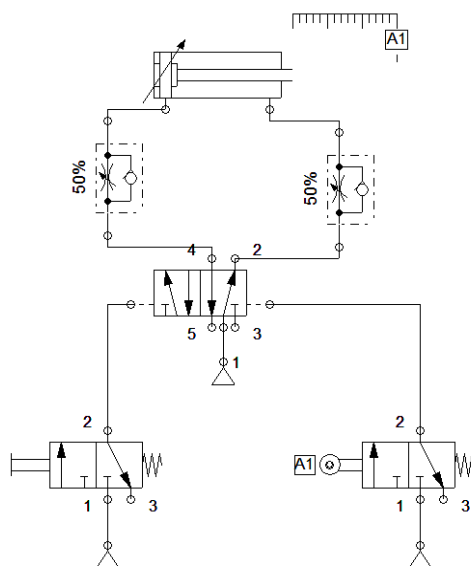
1.2.5.1 Van tiết lưu một chiều

➤ Ký hiệu



➤ Nguyên lý hoạt động:

Van này thường được sử dụng để điều chỉnh tốc độ của những xy lanh khí nén. Van tiết lưu một chiều có thể lắp trực tiếp lên xy lanh khí nén. Người ta phân biệt thành hai kiểu chính để điều chỉnh xy lanh tác dụng một phía bởi sự giảm lưu lượng khí. Theo chiều đóng của van một chiều, dòng khí chỉ có thể đi qua tiết diện tiết lưu. Theo chiều ngược lại, dòng khí có thể di chuyển tự do qua van một chiều. Như vậy dòng khí chỉ bị tiết lưu ở một chiều của dòng chảy.



- Tiết lưu đường cung cấp

Trong trường hợp tiết lưu đường cung cấp (đường vào), van tiết lưu một chiều được lắp ở đường vào và hạn chế lượng khí cung cấp cho xy lanh. Trong khi đó, khí có thể thoát ra từ xy lanh một cách tự do nhờ van một chiều. Tiết lưu đường cung cấp được sử dụng trong các xy lanh tác động đơn và thể tích nhỏ.

Ngược lại, trong trường hợp tiết lưu đường ra, khí nén cung cấp tự do cho xy lanh và bị tiết lưu ở đường ra. Thông thường trong hệ thống khí nén, để điều chỉnh tốc độ của cơ cấu chấp hành người ta sử dụng phương pháp tiết lưu đường ra.

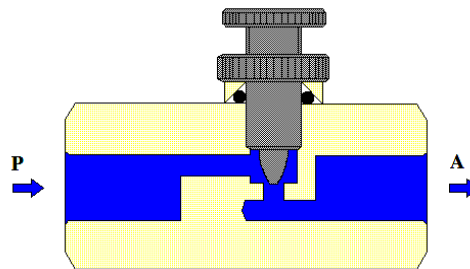
1.2.5.2 Van tiết lưu hai chiều

➤ Ký hiệu



➤ Nguyên lý hoạt động:

Van tiết lưu hai chiều thực hiện việc tiết lưu cả hai chiều, dòng khí nén đi từ P qua A và ngược lại. Tiết diện thay đổi bởi vít điều chỉnh.



1.2.6 Van áp suất

1.2.6.1 Van an toàn

➤ Ký hiệu

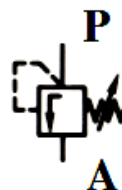


➤ Nguyên lý hoạt động:

Van an toàn có nhiệm vụ giữ áp suất lớn nhất mà hệ thống có thể chịu tải được. Khi áp suất lớn hơn áp suất cho phép của hệ thống thì dòng áp suất khí nén sẽ thắng lực lò xo và như vậy khí nén sẽ theo cửa R ra ngoài không khí.

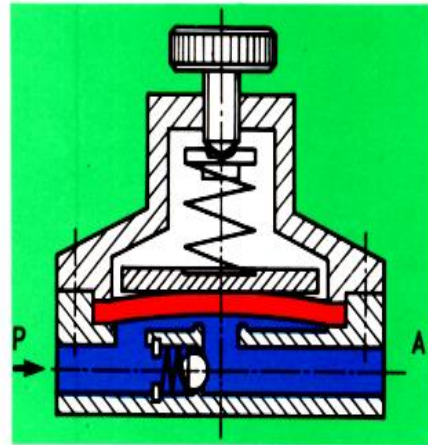
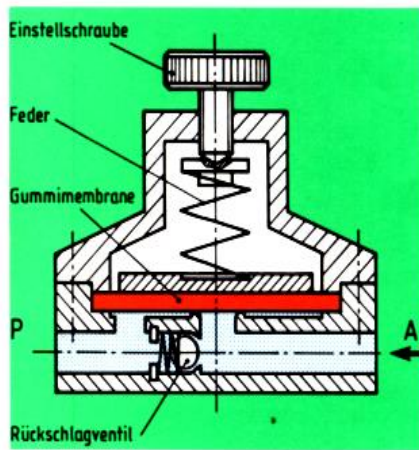
1.2.6.2 Van tràn

➤ Ký hiệu



➤ Nguyên lý hoạt động:

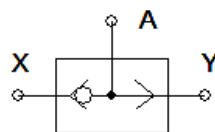
Van tràn hoạt động tương tự như van an toàn. Nhưng khác là khi áp suất ở cửa P đạt được giá trị xác định thì cửa P sẽ nối với cửa A, nối với hệ thống điều khiển.



1.2.7 Van logic

1.2.7.1 Van OR

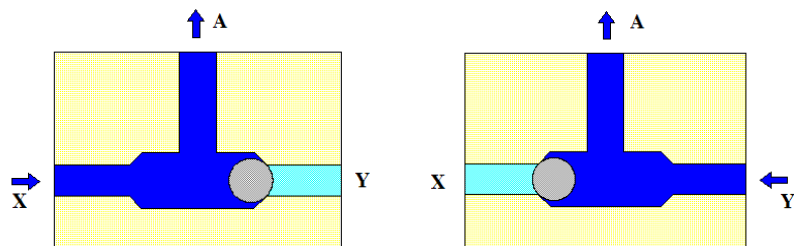
➤ Ký hiệu

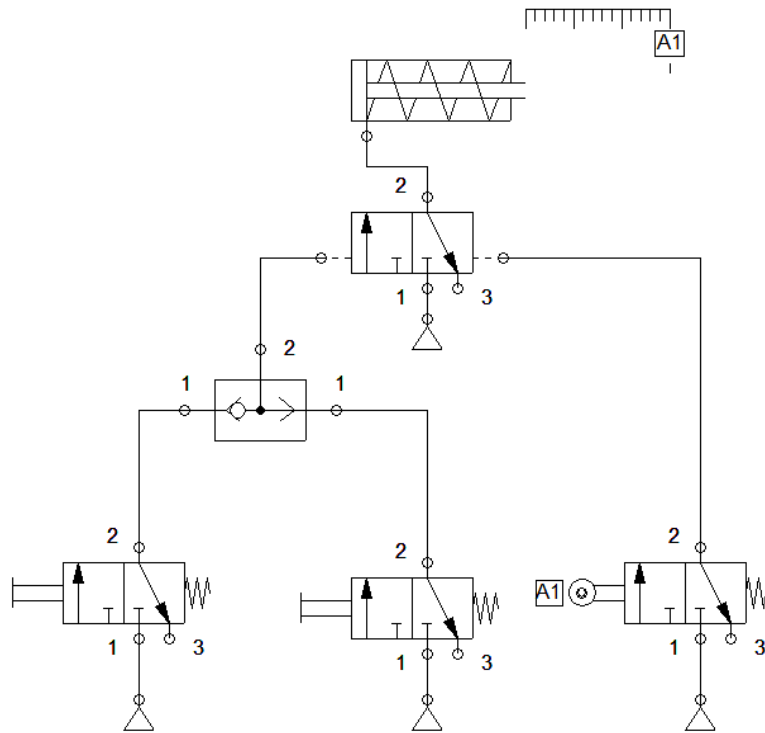


➤ Nguyên lý hoạt động:

Người ta có thể gọi van loại này là Van “hoặc”. Chế độ làm việc của loại van này gồm hai cửa vào X,Y và một cửa ra A duy nhất. Khi khí nén đến cửa vào X, thì bị đi chuyển đến đóng cửa Y, khí đi từ X ra cửa A.

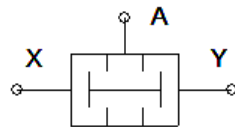
Ngược lại, khi khí đến bằng cửa Y, nó sẽ ra cửa A và cửa vào X sẽ được đóng kín lại. Lúc dòng ngược về thì viên bi vẫn còn như ở vị trí trước của nó.





1.2.7.2 Van AND

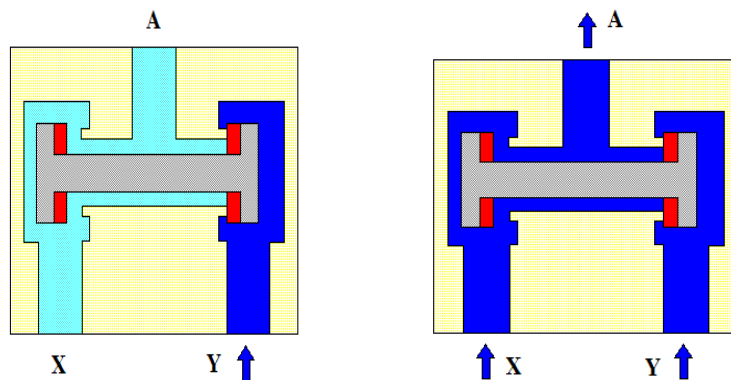
➤ Ký hiệu



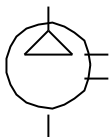
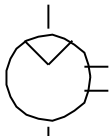
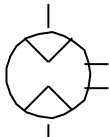
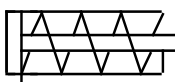
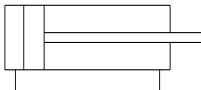
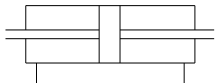
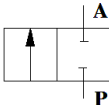
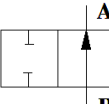
➤ Nguyên lý hoạt động:

Người ta còn gọi là Van “và”, loại này có hai cửa vào X,Y và có một cửa ra duy nhất A. Một tín hiệu vào X hoặc vào Y sẽ che kín đường dẫn lên cửa A bởi một lực tác động đến lõi phía trong van. Khi tín hiệu thứ nhất vào thì không có sự đi qua, đến tín hiệu sau vào ở đường kia thì lúc này mới có sự đi qua ở đường ra A. Trong trường hợp áp suất khác nhau ở các tín hiệu đường vào thì áp suất nào lớn hơn sẽ đóng kín cửa van, còn áp suất nào nhỏ hơn sẽ di chuyển sang A.

Thiết bị này chủ yếu sử dụng trong các mạch logic, mạch an toàn để thực hiện chức năng điều khiển và mối liên hệ logic.

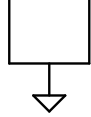


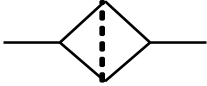
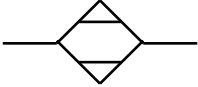
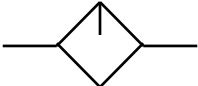
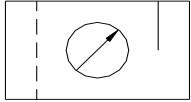
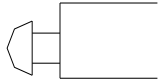
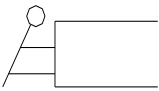
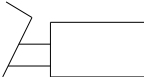
1.2.8 Các ký hiệu thường dùng trong khí nén

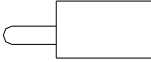
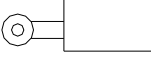
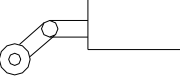
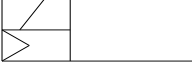
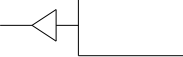
N ⁰	Tên phần tử và thiết bị	Ký hiệu
1	Máy nén khí	
2	Động cơ khí nén tốc độ không đổi với một dòng khí	
4	Động cơ khí nén tốc độ không đổi với hai dòng khí	
5	Xilanh tác động đơn, chuyển động lùi nhờ lò xo	
6	Xilanh tác động kép với piston có một trục	
7	Xilanh tác động kép với piston có hai trục	
8	Xilanh tác động kép, hai đầu có gối đệm điều chỉnh được	
N ⁰	Các van điều khiển hướng	Ký hiệu
1	Van điều khiển 2/2 thường đóng	
2	Van điều khiển 2/2 thường mở	

3	Van điều khiển 3/2 thường đóng	
4	Van điều khiển 3/2 thường mở	
5	Van điều khiển 3/3 đóng ở vị trí giữa	
6	Van điều khiển 4/2	
7	Van điều khiển 4/3 đóng ở vị trí giữa	
8	Van điều khiển 5/2	
9	Van điều khiển 5/3 đóng ở vị trí giữa	
N ⁰	Van một chiều	Ký hiệu
1	Van khóa không lò xo	
2	Van khóa có lò xo	
3	Van khóa phụ trợ	
4	Van thoát nhanh	
N ⁰	Van logic	Ký hiệu

1	Van OR	
2	Van AND	
N ⁰	Van điều chỉnh lưu lượng	Kí hiệu
1	Van tiết lưu một chiều	
2	Van tiết lưu hai chiều	
N ⁰	Nguồn truyền năng lượng	Ký hiệu
1	Nguồn áp suất	
2	Đường làm việc	
3	Đường điều khiển	
4	Ống dẫn mềm	
5	Điểm nối	
6	Lỗ ra không có ống dẫn	

7	Lỗ ra có nối ống dẫn	
---	----------------------	---

8	Bình tích khí	
9	Bộ lọc	
10	Thiết bị sấy	
11	Thiết bị bôi trơn	
12	Thiết bị phụ trợ (bộ lọc, van chỉnh áp, thiết bị bôi trơn, áp kế)	
N ⁰	Thiết bị điều khiển bằng tay, chân	Ký hiệu
1	Nút bấm	
2	Tay gạt	
3	Bàn đạp	
N ⁰	Điều khiển bằng cơ	Ký hiệu

1	Bảng con trượt	
2	Bảng lò xo	
3	Bảng con lăn	
4	Bảng con lăn một chiều	
N ⁰	Điều khiển kết hợp	Ký hiệu
1	Nam châm điện	
2	Nam châm điện và van điều khiển	
3	Nam châm điện và van điều khiển	
4	Nam châm điện hoặc van điều khiển bằng tay có lò xo tự hồi	
N ⁰	Điều khiển bằng khí nén	Ký hiệu
1	Trực tiếp bằng dòng khí nén vào	
2	Trực tiếp bằng dòng khí nén ra	

Kí hiệu biểu diễn các cửa nối

Các cửa nối	ISO 5599	Biểu diễn kí tự
Cửa nối với nguồn cung cấp khí nén	1	P
Cửa nối công tác	2 , 4	A , B
Cửa thoát khí	3 , 5	R , S
Cửa nối tín hiệu điều khiển	12 , 14	Z , Y

Câu hỏi ôn tập:

1. Trình bày nguyên lý làm việc van đảo chiều 3/2 duy trì và không duy trì?
2. Trình bày nguyên lý làm việc van đảo chiều 5/2 duy trì và không duy trì?
3. Trình bày nguyên lý làm việc xy lanh tác động hai phía?