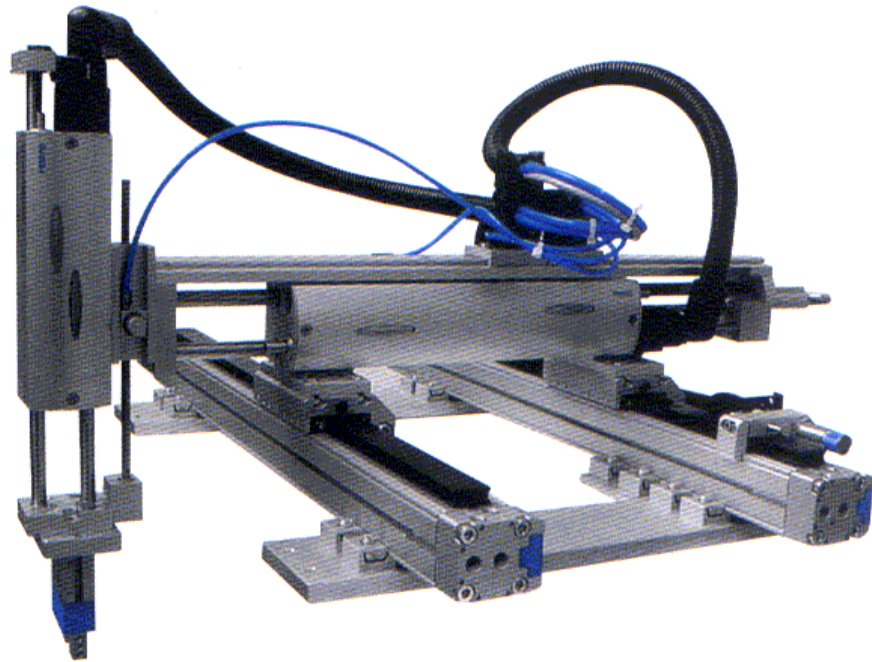


**BỘ GIÁO DỤC & ĐÀO TẠO**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHỆ TP.HCM**  
~~~~~📖~~~~~

# **ĐIỀU KHIỂN KHÍ NÉN & THỦY LỰC**



**TH.S LÊ VĂN TIẾN DŨNG**

**MỤC LỤC**

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Lời mở đầu                                                                           | 1  |
| Mục lục                                                                              | 2  |
| <b>PHẦN I: ĐẠI CƯƠNG VỀ ĐIỀU KHIỂN KHÍ NÉN &amp; THỦY LỰC</b>                        |    |
| <b>CHƯƠNG 1 - CƠ SỞ LÝ THUYẾT</b>                                                    |    |
| <b>1.1. Sơ lược về hệ thống điều khiển khí nén và thủy lực</b>                       | 6  |
| <b>1.2. Ưu và nhược điểm của hệ thống điều khiển bằng khí nén &amp; thủy lực</b>     | 8  |
| 1.2.1. Hệ thống khí nén                                                              |    |
| 1.2.2. Hệ thống thủy lực                                                             |    |
| <b>1.3. Phạm vi ứng dụng của điều khiển khí nén &amp; thủy lực trong công nghiệp</b> | 9  |
| 1.3.1. Ứng dụng của hệ thống khí nén                                                 |    |
| 1.3.2. Ứng dụng của hệ thống thủy lực                                                |    |
| <b>1.4. Đơn vị đo của các đại lượng cơ bản</b>                                       | 12 |
| 1.4.1. Áp suất                                                                       |    |
| 1.4.2. Lực                                                                           |    |
| 1.4.3. Công                                                                          |    |
| 1.4.4. Công suất                                                                     |    |
| 1.4.5. Độ nhớt động                                                                  |    |
| <b>CHƯƠNG 2 - CUNG CẤP VÀ XỬ LÝ NGUỒN NĂNG LƯỢNG</b>                                 |    |
| <b>2.1. Khí nén</b>                                                                  | 16 |
| 2.1.1. Sản xuất khí nén                                                              |    |
| 2.1.2. Phân phối khí nén                                                             |    |
| 2.1.3. Xử lý nguồn khí nén                                                           |    |
| <b>2.2. Thủy lực (dầu ép)</b>                                                        | 23 |
| 2.2.1. Cung cấp năng lượng dầu                                                       |    |
| 2.2.2. Xử lý nguồn dầu                                                               |    |
| <b>PHẦN II: CÁC THÀNH PHẦN CỦA HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN KHÍ NÉN &amp; THỦY LỰC</b>        |    |
| <b>CHƯƠNG 3 - PHẦN TỬ ĐƯA TÍN HIỆU VÀ XỬ LÝ TÍN HIỆU ĐIỀU KHIỂN</b>                  |    |
| <b>3.1. Các phần tử đưa tín hiệu</b>                                                 | 32 |
| 3.1.1. Tín hiệu không điện                                                           |    |
| 3.1.2. Tín hiệu điện                                                                 |    |
| <b>3.2. Các phần tử xử lý tín hiệu điều khiển</b>                                    | 39 |
| 3.2.1. Phần tử YES                                                                   |    |
| 3.2.2. Phần tử NOT                                                                   |    |
| 3.2.3. Phần tử AND                                                                   |    |
| 3.2.4. Phần tử OR                                                                    |    |
| 3.2.5. Phần tử NAND                                                                  |    |
| 3.2.6. Phần tử NOR                                                                   |    |
| 3.2.7. Phần tử Nhớ Flip-Flop                                                         |    |
| <b>CHƯƠNG 4 - CÁC PHẦN TỬ CHẤP HÀNH</b>                                              |    |
| <b>4.1. Động cơ (motor)</b>                                                          | 46 |

|                                                                       |            |
|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.1.1. Động cơ bánh răng                                              |            |
| 4.1.2. Động cơ trục vít                                               |            |
| 4.1.3. Động cơ cánh gạt                                               |            |
| 4.1.4. Động cơ pít tông hướng kính                                    |            |
| 4.1.5. Động cơ pít tông hướng trục                                    |            |
| <b>4.2. Xy lanh (Cylinder)</b>                                        | <b>49</b>  |
| 4.2.1. Xy lanh tác động đơn                                           |            |
| 4.2.2. Xy lanh tác động kép                                           |            |
| 4.2.3. Xy lanh màng                                                   |            |
| 4.2.4. Xy lanh quay                                                   |            |
| <b>CHƯƠNG 5 - CÁC PHẦN TỬ ĐIỀU CHỈNH VÀ ĐIỀU KHIỂN</b>                |            |
| <b>5.1. Khái niệm</b>                                                 | <b>58</b>  |
| <b>5.2. Các phần tử điều chỉnh</b>                                    | <b>59</b>  |
| 5.2.1. Van an toàn và van tràn                                        |            |
| 5.2.2. Van cản                                                        |            |
| 5.2.3. Van giảm áp                                                    |            |
| 5.2.4. Van tiết lưu                                                   |            |
| 5.2.5. Van chân không                                                 |            |
| 5.2.6. Van điều chỉnh thời gian                                       |            |
| <b>5.3. Các phần tử điều khiển</b>                                    | <b>62</b>  |
| 5.3.1. Van một chiều                                                  |            |
| 5.3.2. Van đảo chiều                                                  |            |
| 5.3.3. Các van tuyến tính                                             | <b>69</b>  |
| <b>CHƯƠNG 6 - TÍNH TOÁN TRUYỀN ĐỘNG HỆ THỐNG KHÍ NÉN VÀ THỦY LỰC</b>  |            |
| <b>6.1. Tổn thất trong hệ thống điều khiển khí nén &amp; thủy lực</b> |            |
| 6.1.1. Tổn thất trong hệ thống khí nén                                | <b>78</b>  |
| 6.1.2. Tổn thất trong hệ thống thủy lực                               | <b>82</b>  |
| <b>6.2. Cơ sở tính toán truyền động hệ thống</b>                      |            |
| <b>6.3. Tính toán một số mạch điện hình</b>                           | <b>90</b>  |
| <b>PHẦN III: PHÂN TÍCH VÀ THIẾT KẾ</b>                                |            |
| <b>CHƯƠNG 7 - PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ MẠCH ĐIỀU KHIỂN</b>                |            |
| <b>7.1. Lý thuyết đại số boole</b>                                    | <b>96</b>  |
| <b>7.2. Phân loại phương pháp điều khiển</b>                          | <b>100</b> |
| <b>7.3. Phương pháp thiết kế mạch điều khiển</b>                      | <b>103</b> |
| <b>7.3.1. Biểu diễn chức năng của quá trình điều khiển</b>            | <b>103</b> |
| 7.3.1.1. Biểu đồ trạng thái                                           |            |
| 7.3.1.2. Sơ đồ chức năng                                              |            |
| 7.3.1.3. Lưu đồ tiến trình                                            |            |
| <b>7.3.2. Viết phương trình điều khiển</b>                            | <b>108</b> |
| <b>7.3.3. Vẽ sơ đồ mạch điều khiển</b>                                | <b>109</b> |
| <b>7.4. Điều khiển bành lập trình</b>                                 | <b>111</b> |
| <b>Tài liệu tham khảo</b>                                             | <b>118</b> |

## LỜI NÓI ĐẦU

Cùng sự phát triển không ngừng của lĩnh vực tự động hóa, ngày nay các thiết bị truyền dẫn, điều khiển khí nén – thủy lực sử dụng trong máy móc trở nên rộng rãi ở hầu hết các lĩnh vực công nghiệp như máy công cụ CNC, phương tiện vận chuyển, máy đập, máy xây dựng, 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, điều khiển tối ưu, đảm bảo chính xác, công suất lớn với kích thước nhỏ gọn và lắp đặt dễ dàng ở những không gian chật hẹp so với các thiết bị truyền động và điều khiển bằng cơ khí hay điện.

Nhằm trang bị cho bạn đọc nền kiến thức tốt nhất để tiếp cận nhanh chóng với các thiết bị của hệ thống điều khiển khí nén – thủy lực trong thực tế. Bằng những kinh nghiệm tác giả đúc kết được của nhiều năm làm việc thực tiễn trên các máy, công nghệ điều khiển số hiện đại góp phần vào đào tạo nguồn nhân lực, tác giả đã biên soạn ra cuốn sách này.

Cuốn sách “Điều khiển khí nén & thủy lực” được tác giả tổng hợp từ những kiến thức cơ bản của các lĩnh vực liên quan. Hy vọng qua nội dung của cuốn sách này bạn đọc có thể tính toán, thiết kế, lắp đặt và điều khiển được một hệ thống truyền dẫn khí nén & thủy lực theo các yêu cầu khác nhau.

Trong quá trình biên soạn cuốn sách này, không thể tránh khỏi những thiếu sót. Rất mong sự đóng góp của các độc giả gần xa.

Tp.HCM, ngày 17 tháng 10 năm 2004

Tác giả

# PHẦN I

## ĐẠI CƯƠNG VỀ ĐIỀU KHIỂN KHÍ NÉN & THỦY LỰC

### CHƯƠNG 1

#### CƠ SỞ LÝ THUYẾT

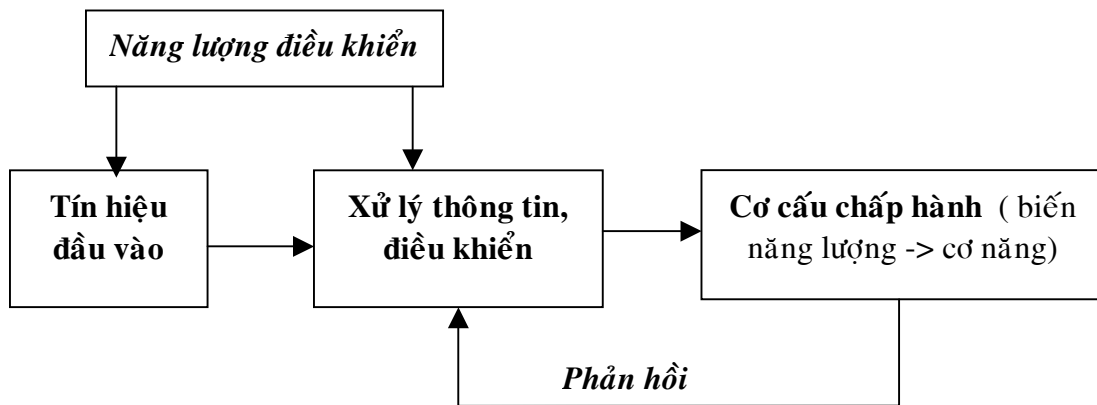
---

- **Sơ lược về hệ thống điều khiển khí nén & thủy lực**
  - *Hệ thống điều khiển*
  - *Tín hiệu điều khiển*
  - *Điều khiển vòng hở*
  - *Điều khiển vòng kín*
- **Ưu và nhược điểm của hệ thống điều khiển thủy lực & khí nén**
- **Phạm vi ứng dụng**
- **Công thức và đơn vị đo cơ bản**
- **Bài tập**

## 1.1. SƠ LƯỢC VỀ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN KHÍ NÉN VÀ THỦY LỰC

### 1.1.1. Hệ thống điều khiển

Hệ thống điều khiển khí nén & thủy lực bao gồm các phần tử điều khiển và cơ cấu chấp hành được nối kết với nhau thành hệ thống hoàn chỉnh để thực hiện những nhiệm vụ theo yêu cầu đặt ra. Hệ thống được mô tả như **hình 1-1**.



**Hình 1.1** Hệ thống điều khiển khí nén & thủy lực

- Tín hiệu đầu vào: nút nhấn, công tắc; công tắc hành trình; cảm biến.
- Phần xử lý thông tin: xử lý tín hiệu nhận vào theo một quy tắc logic xác định, làm thay đổi trạng thái của phần tử điều khiển: *van logic And, Or, Not, Yes, Flip-Flop, role...*
- Phần tử điều khiển: điều khiển dòng năng lượng ( lưu lượng, áp suất) theo yêu cầu, thay đổi trạng thái của cơ cấu chấp hành: *van chỉnh áp, van đảo chiều, van tiết lưu, ly hợp...*
- Cơ cấu chấp hành: thay đổi trạng thái của đối tượng điều khiển, là đại lượng ra của mạch điều khiển: *xy lanh khí-dầu, động cơ khí nén-dầu.*
- Năng lượng điều khiển: bao gồm phần thông tin và công suất.

*Phân thông tin:*

- điện tử
- điện cơ
- khí
- dầu
- quang học
- sinh học

*Phân công suất:*

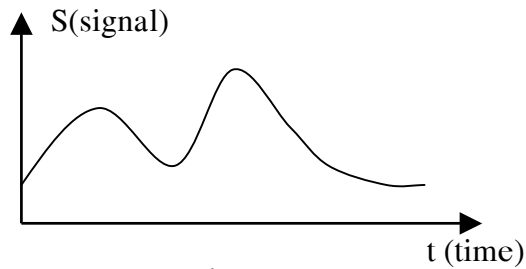
- Điện: công suất nhỏ, điều khiển hoạt động dễ, nhanh.
- Khí: công suất vừa, quán tính, tốc độ cao.
- Thủy: công suất lớn, quán tính ít - dễ ổn định, tốc độ thấp.

### 1.1.2. Các loại tín hiệu điều khiển

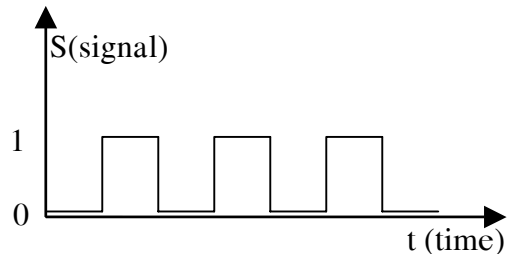
Trong điều khiển khí nén và thủy lực nói chung ta sử dụng hai loại tín hiệu:

+ tương tự (hình 1.2.a)

+ rời rạc (số) (hình 1.2.b).



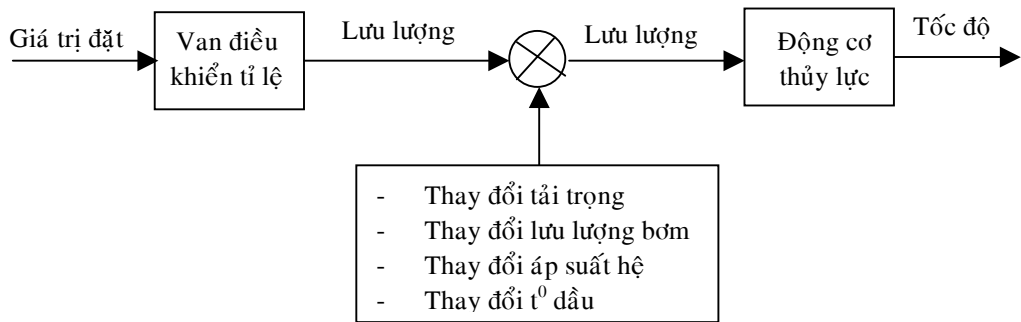
Hình 1.2.a



Hình 1.2.b

**1.1.3. Điều khiển vòng hở**

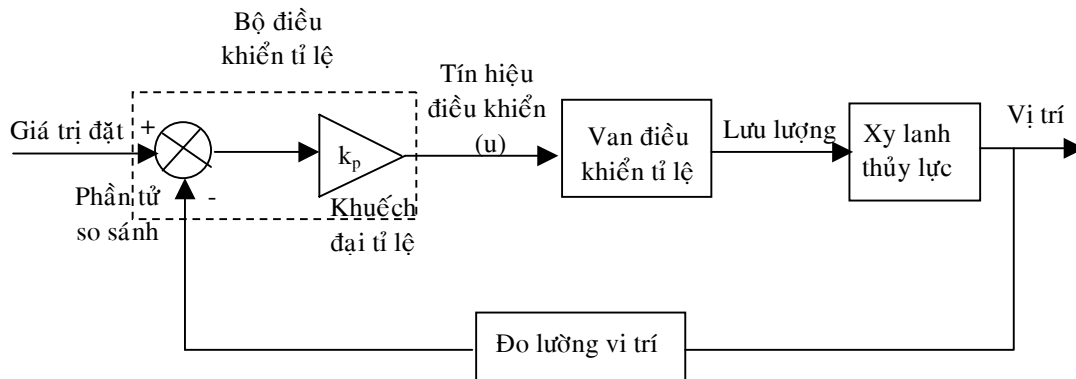
Hệ thống điều khiển vòng hở là không có sự so sánh giữa tín hiệu đầu ra với tín hiệu đầu vào, giá trị thực thu được và giá trị cần đạt không được điều chỉnh, xử lý. Hình 1.3 mô tả hệ thống điều khiển tốc độ động cơ thủy lực.



Hình 1.3 Hệ thống điều khiển hở tốc độ động cơ thủy lực

**1.1.4. Điều khiển vòng kín (hồi tiếp)**

Hệ thống mà tín hiệu đầu ra được phản hồi để so sánh với tín hiệu đầu vào. Độ chênh lệch của 2 tín hiệu vào ra được thông báo cho thiết bị điều khiển, để thiết bị này tạo ra tín hiệu điều khiển tác dụng lên đối tượng điều khiển sao cho giá trị thực luôn đạt được như mong muốn. Hình 1.4 minh họa hệ thống điều khiển vị trí của chuyển động cần pít tông xy lanh thủy lực.



Hình 1.4 Hệ thống điều khiển kín vị trí pít tông xy lanh thủy lực

## 1.2. ƯU VÀ NHƯỢC ĐIỂM CỦA HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN KHÍ NÉN & THỦY LỰC

### 1.2.1. Khí nén

#### a) Ưu điểm

- Tính đồng nhất năng lượng giữa phần I và P ( điều khiển và chấp hành) nên bảo dưỡng, sửa chữa, tổ chức kỹ thuật đơn giản, thuận tiện.
- Không yêu cầu cao đặc tính kỹ thuật của nguồn năng lượng: 3 – 8 bar.
- Khả năng quá tải lớn của động cơ khí
- Độ tin cậy khá cao ít trục trặc kỹ thuật
- Tuổi thọ lớn
- Tính đồng nhất năng lượng giữa các cơ cấu chấp hành và các phần tử chức năng báo hiệu, kiểm tra, điều khiển nên làm việc trong môi trường dễ nổ, và bảo đảm môi trường sạch vệ sinh.
- Có khả năng truyền tải năng lượng xa, bởi vì độ nhớt động học khí nén nhỏ và tổn thất áp suất trên đường dẫn ít.
- Do trọng lượng của các phần tử trong hệ thống điều khiển bằng khí nén nhỏ, hơn nữa khả năng giãn nở của áp suất khí lớn, nên truyền động có thể đạt được vận tốc rất cao.

#### b) Nhược điểm

- Thời gian đáp ứng chậm so với điện tử
- Khả năng lập trình kém vì công kênh so với điện tử , chỉ điều khiển theo chương trình có sẵn. Khả năng điều khiển phức tạp kém.
- Khả năng tích hợp hệ điều khiển phức tạp và công kênh.
- Lực truyền tải trọng thấp.
- Dòng khí nén thoát ra ở đường dẫn gây tiếng ồn
- Không điều khiển được quá trình trung gian giữa 2 ngưỡng.

### 1.2.2. Thủy lực

#### a) Ưu điểm

- Truyền động được công suất cao và lực lớn nhờ các cơ cấu tương đối đơn giản, hoạt động với độ tin cậy cao, đòi hỏi ít về chăm sóc, bảo dưỡng.
- Điều chỉnh được vận tốc làm việc tinh và không cấp nhờ các thiết bị điều khiển kỹ thuật số hóa, dễ thực hiện tự động hóa theo điều kiện làm việc hoặc chương trình đã cho sẵn.
- Kết cấu nhỏ gọn, nối kết giữa các thiết với nhau dễ dàng bằng việc đổi chỗ các mối nối ống.
- Dễ biến đổi chuyển động quay của động cơ thành chuyển động tịnh tiến của cơ cấu chấp hành.
- Có khả năng giảm khối lượng và kích thước nhờ chọn áp suất thủy lực cao.
- Nhờ quán tính nhỏ của bơm và động cơ thủy lực, nhờ tính chịu nén của dầu nên có thể sử dụng vận tốc cao mà không sợ bị va đập mạnh như trong trường hợp cơ khí hay điện.
- Dễ theo dõi và quan sát bằng áp kế, ngay cả những hệ mạch phức tạp.
- Tự động hóa đơn giản dùng các phần tử tiêu chuẩn hóa.
- Dễ đề phòng quá tải nhờ van an toàn.



**b) Nhược điểm**

- Mất mát trong đường ống dẫn và rò rỉ bên trong các phần tử, làm giảm hiệu suất và phạm vi ứng dụng.
- Khó giữ được vận tốc không đổi khi phụ tải thay đổi do tính nén được của dầu và tính đàn hồi của đường ống dẫn.
- Nhiệt độ và độ nhớt thay đổi làm ảnh hưởng đến độ chính xác điều khiển.
- Khả năng lập trình và tích hợp hệ thống kém nên khó khăn khi thay đổi chương trình làm việc.
- Khi mới khởi động, nhiệt độ của hệ thống chưa ổn định, vận tốc làm việc thay đổi do độ nhớt của chất lỏng thay đổi.

**1.3. PHẠM VI ỨNG DỤNG CỦA ĐIỀU KHIỂN KHÍ NÉN & THỦY LỰC**

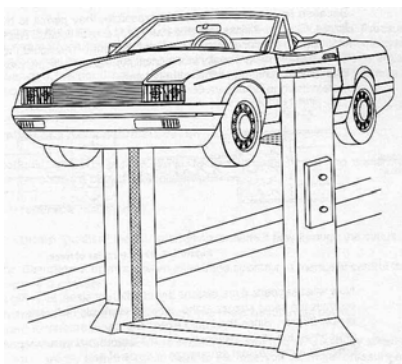
**1.3.1. Phạm vi ứng dụng của điều khiển khí nén**

Hệ thống điều khiển khí nén được sử dụng rộng rãi ở những lĩnh vực mà ở đó vấn đề nguy hiểm, hay xảy ra các cháy nổ, như: các đồ gá kẹp các chi tiết nhựa, chất dẻo; hoặc được sử dụng trong ngành cơ khí như cấp phôi gia công; hoặc trong môi trường vệ sinh sạch như công nghệ sản xuất các thiết bị điện tử. Ngoài ra hệ thống điều khiển bằng khí nén được sử dụng trong các dây chuyền sản xuất thực phẩm, như: rửa bao bì tự động, chiết nước vô chai...; trong các thiết bị vận chuyển và kiểm tra của các băng tải, thang máy công nghiệp, thiết bị lò hơi, đóng gói, bao bì, in ấn, phân loại sản phẩm và trong công nghiệp hóa chất, y khoa và sinh học.

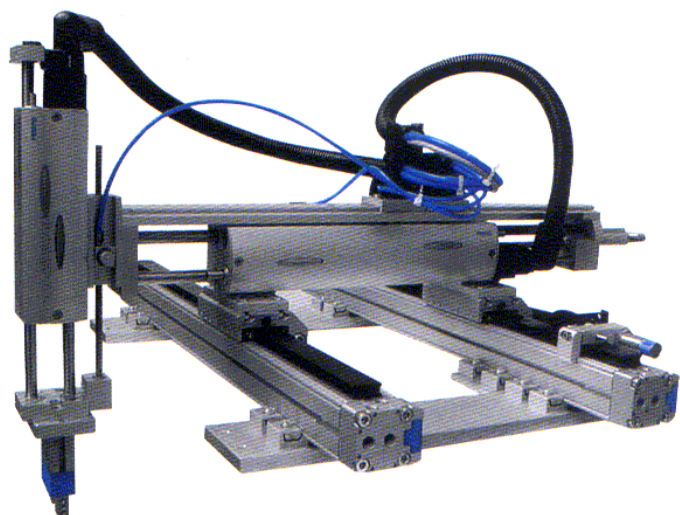
**1.3.2. Phạm vi ứng dụng của điều khiển thủy lực**

Hệ thống điều khiển thủy lực được sử dụng trong lĩnh vực công nghiệp, như: máy ép áp lực, máy nâng chuyển, máy công cụ gia công kim loại, máy đập, máy xúc, tời kéo,...

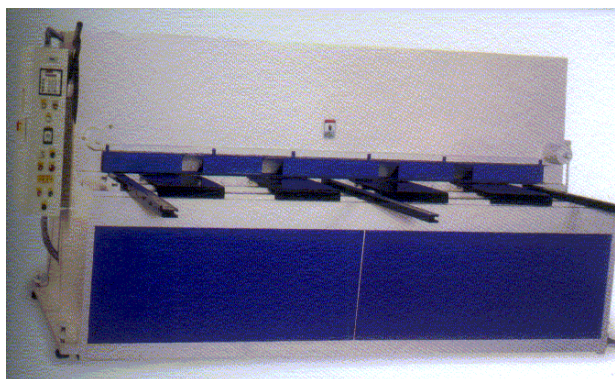
Dưới đây là một số hình minh họa về ứng dụng của hệ thống điều khiển khí nén và thủy lực.



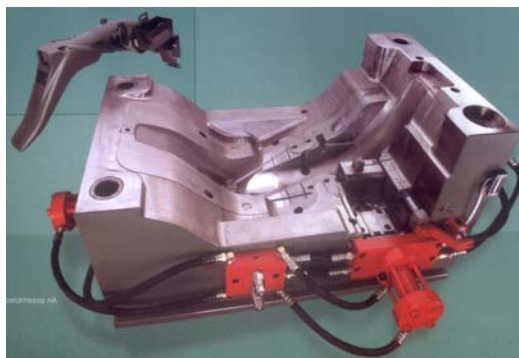
*Hệ thống nâng bảo dưỡng xe*



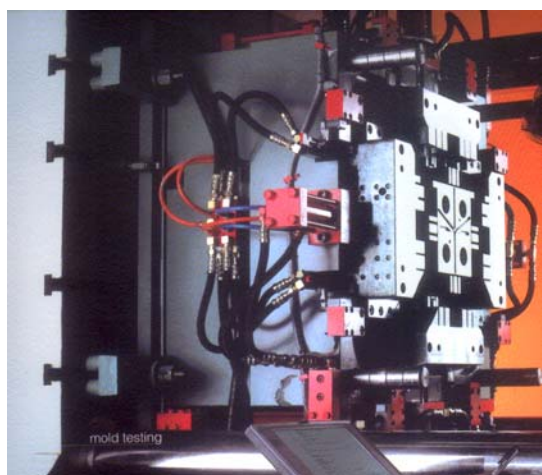
*Táy máy gắp sản phẩm bằng khí nén*



*Máy cắt thủy lực*



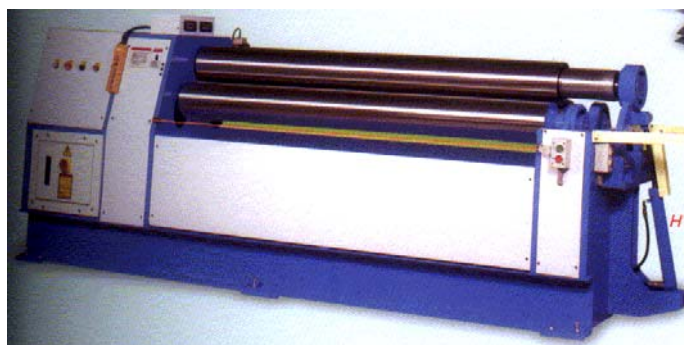
*Khuôn tạo dè xe máy*



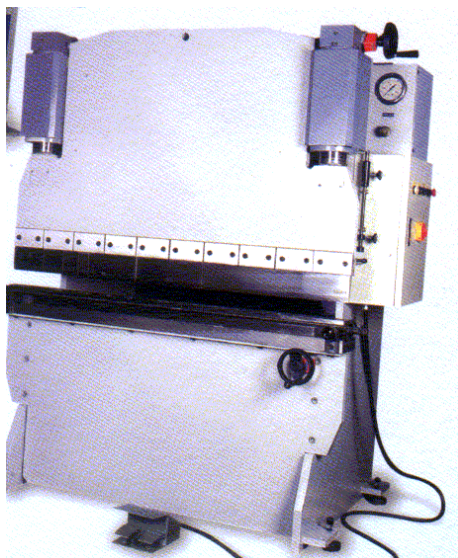
*Ghép các cơ cấu khuôn*



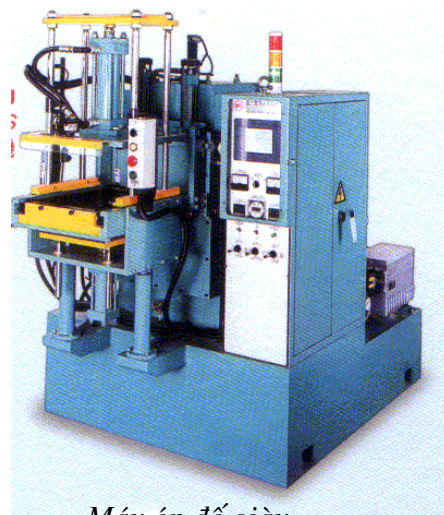
*Máy ép thủy lực*



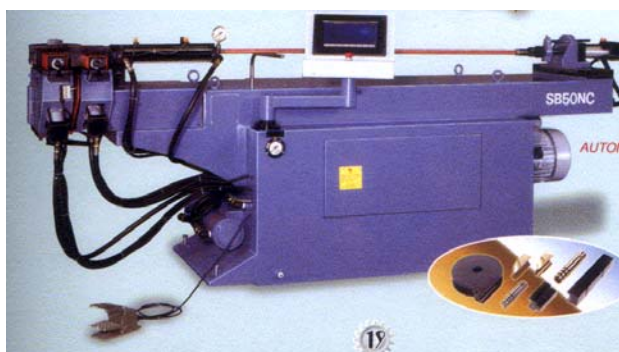
*Máy cán thủy lực*



*Máy chấn thủy lực*



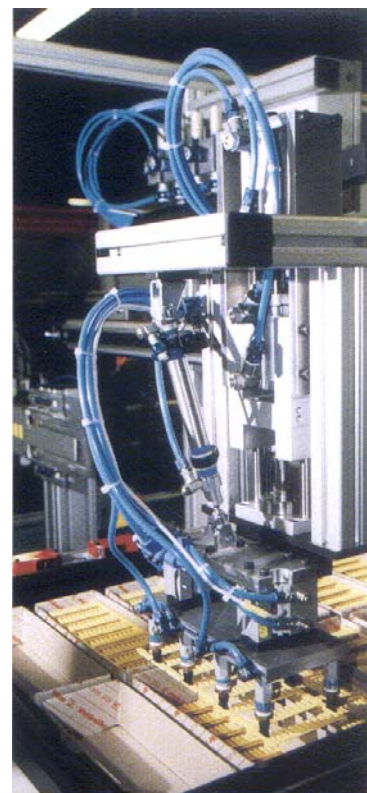
*Máy ép đế giày*



*Máy uốn ống thủy lực*



*Phân loại sản phẩm*



*Đóng gói sản phẩm*

## 1.4. CÔNG THỨC VÀ ĐƠN VỊ ĐO CỦA CÁC ĐẠI LƯỢNG CƠ BẢN

### 1.4.1. Lực

- Đơn vị của lực là Newton (N). 1 Newton là lực tác động lên đối trọng có khối lượng 1kg với gia tốc  $1 \text{ m/s}^2$ .

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

### 1.4.2. Áp suất

- Đơn vị cơ bản của áp suất theo hệ đo lường SI là pascal.

- Pascal (Pa) là áp suất phân bố đều lên bề mặt có diện tích  $1\text{m}^2$  với lực tác động vuông góc lên bề mặt đó là 1 Newton (N).

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

- Ngoài ra còn dùng đơn vị bar:

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ Kg/cm}^2 = 1 \text{ at}$$

- Một số nước tư bản còn dùng đơn vị psi ( pound (0.45336 kg) per square inch ( $6.4521 \text{ cm}^2$ ))

$$\text{Kí hiệu lbf/in}^2 \text{ (psi); } 1 \text{ bar} = 14,5 \text{ psi}$$

- Áp suất có thể tính theo cột áp lưu chất

$$P = wh$$

Trong đó: w      trọng lượng riêng lưu chất  
h      chiều cao cột áp

### 1.4.3. Lưu lượng

- Lưu lượng là vận tốc dòng chảy của lưu chất qua một tiết diện dòng chảy. Đơn vị thường dùng là l/min.

$$Q = v.A$$

Trong đó: Q      lưu lượng của dòng chảy  
A      Tiết diện của dòng chảy  
v      Vận tốc trung bình của dòng chảy

### 1.4.3. Công

- Đơn vị của công là Joule (J). 1 Joule là công sinh ra dưới tác động của lực 1 N để vật dịch chuyển quãng đường 1 m.

$$1 \text{ J} = 1 \text{ Nm}$$

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

- Công được tính theo công thức:

$$W_k = F*L$$

Trong đó: F      lực tác dụng vào vật  
L      quãng đường vật đi được.

### 1.4.4. Công suất

-Đơn vị công suất là Watt

-1 Watt là công suất, trong thời gian 1 giây sinh ra năng lượng 1 joule.

$$1 \text{ W} = 1 \text{ Nm/s}$$

$$1 \text{ W} = 1 \text{ m}^2\text{kg/s}^3$$

- Công suất được tính theo công thức:

$$H = \frac{Q \text{ (l/min)} * P \text{ (bar)}}{600} \text{ (kW)}$$

#### 1.4.5. Độ nhớt

- Độ nhớt động của một chất là có độ nhớt động lực 1 Pa.s và khối lượng riêng 1 kg/cm<sup>3</sup>.

$$v = \frac{\eta}{\rho}$$

Trong đó:

$\eta$ : độ nhớt động lực [Pa.s]

$\rho$ : khối lượng riêng [kg/m<sup>3</sup>]

$v$ : độ nhớt động [m<sup>2</sup>/s]

- Ngoài ra ta còn sử dụng đơn vị độ nhớt động là Stokes (St) hoặc là centiStokes (cSt).

*Chú ý: độ nhớt động không có vai trò quan trọng trong hệ thống điều khiển khí nén mà nó rất quan trọng trong điều khiển thủy lực.*

**BÀI TẬP CHƯƠNG 1****Bài 1:**

Lỗ vào của bơm thủy lực là cách bề mặt của bể chứa dầu là 0.6m. Trọng lượng riêng của dầu  $0.86 \text{ g/cm}^3$ . Xác định áp suất tĩnh tại lỗ vào của bơm.

**Bài 2:**

Tính toán đường kính trong của ống hút và ống đẩy của bơm có lưu lượng là 40 l/min làm việc với vận tốc lớn nhất ở ống hút là 1.2m/s và ở ống đẩy là 3.5m/s.

**Bài 3:**

Một bơm thủy lực có thông số lưu lượng 12l/min và áp suất làm việc là 200 bar.

1. Tính công suất thủy lực bơm

2. Nếu hiệu suất làm việc của bơm là 60% thì công suất của động cơ điện cần thiết truyền động bơm là bao nhiêu.



## CHƯƠNG 2

# SẢN XUẤT VÀ PHÂN PHỐI NGUỒN NĂNG LƯỢNG

---

- **Khí nén**
  - Sản xuất khí nén
  - Phân phối khí nén
  - Xử lý khí nén
  
- **Thủy lực**
  - Cung cấp năng lượng
  - Xử lý dầu
  
- **Bài tập**

**2.1. KHÍ NÉN**

**2.1.1. Sản xuất khí nén**

Hệ thống điều khiển khí nén hoạt động dựa vào nguồn cung cấp khí nén, nguồn khí này phải được sản xuất thường xuyên với lượng thể tích đầy đủ với một áp suất nhất định thích hợp cho năng lượng hệ thống.

**2.1.1.1. Máy nén khí**

Máy nén khí là máy có nhiệm vụ thu hút không khí, hơi ẩm, khí đốt ở một áp suất nhất định và tạo ra nguồn lưu chất có áp suất cao hơn.

**2.1.1.2 Các loại máy nén khí**

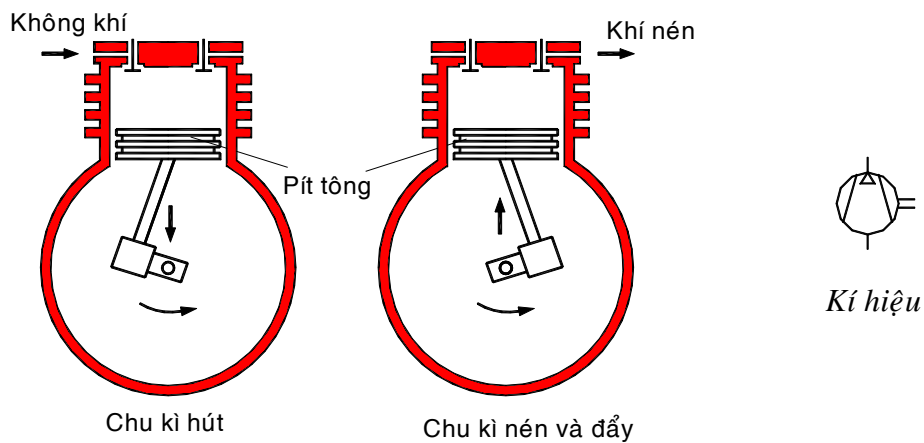
Máy nén khí được phân loại theo áp suất hoặc theo nguyên lý hoạt động. Đối với nguyên lý hoạt động ta có:

-Máy nén theo nguyên lý thể tích: máy nén pít tông, máy nén cánh gạt.

-Máy nén tuốc bin là được dùng cho công suất rất lớn và không kinh tế khi sử dụng lưu lượng dưới mức 600m<sup>3</sup>/phút. Vì thế nó không mang lại áp suất cần thiết cho ứng dụng điều khiển khí nén và hiếm khi sử dụng.

**2.1.1.2.1. Máy nén kiểu pít tông (Reciprocating compressors)**

Máy nén pít tông (hình 2.1) là máy nén phổ biến nhất và có thể cung cấp năng suất đến 500m<sup>3</sup>/phút. Máy nén 1 pít tông có thể nén khí khoảng 6 bar và ngoại lệ có thể đến 10 bar; máy nén kiểu pít tông hai cấp có thể nén đến 15 bar; 3-4 cấp lên đến 250 bar.



**Hình 2.1** Máy nén kiểu pít tông

Lưu lượng của máy nén pít tông:

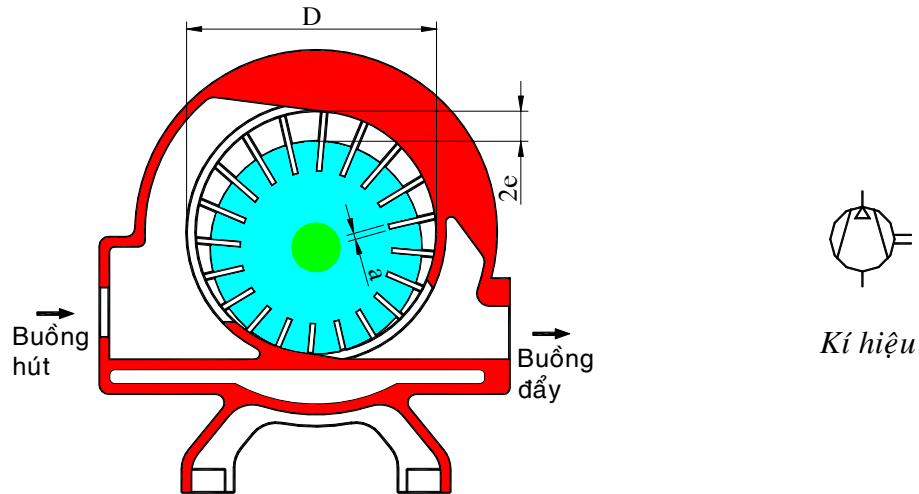
$$Q_v = V.n.\eta_v . 10^{-3} \quad [\text{lít / phút}] \quad (2.1)$$

Trong đó:

- $V$  - Thể tích của khí nén tải đi trong một vòng quay [cm<sup>3</sup>];
- $n$  - Số vòng quay của động cơ máy nén [vòng / phút]
- $\eta_v$  - Hiệu suất nén [%]

**2.1.1.2.2. Máy nén kiểu cánh gạt (Rotary compressors)**





Hình 2.2 Máy nén kiểu cánh gạt

Nguyên lý hoạt động của máy nén khí kiểu cánh gạt mô tả ở hình 2.2: không khí sẽ được vào buồng hút. Nhờ rôto và stato đặt lệch tâm, nên khi rôto quay chiều sang phải, thì không khí vào buồng nén. Sau đó khí nén sẽ đi ra buồng đẩy.

Lưu lượng của máy nén cánh gạt tính theo []:

$$Q_v = (\pi.D - z.a).2.e.b.n.\lambda \quad [m^3/phút] \quad (2.2)$$

Trong đó:

|                                |                  |
|--------------------------------|------------------|
| <i>a</i> - Chiều dày cánh gạt  | [m];             |
| <i>e</i> - Độ lệch tâm         | [m];             |
| <i>z</i> - Số cánh gạt;        |                  |
| <i>D</i> - Đường kính stato    | [m];             |
| <i>n</i> - Số vòng quay rôto   | [vòng/phút];     |
| <i>b</i> - Chiều rộng cánh gạt | [m].             |
| <i>λ</i> - Hiệu suất           | (λ = 0,7 – 0,8); |

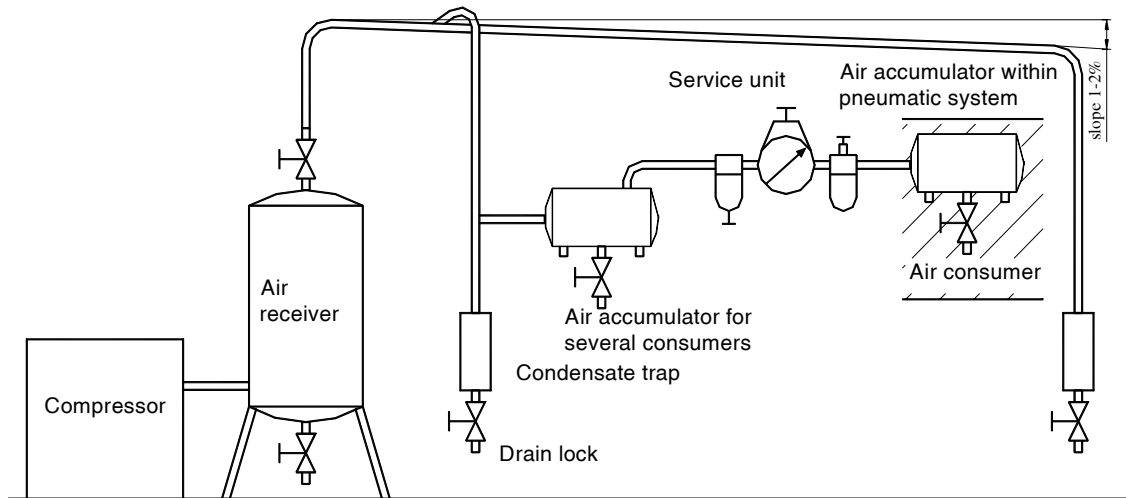
### 2.1.2. Phân phối khí nén

Hệ thống phân phối khí nén có nhiệm vụ chuyển không khí nén từ nơi sản xuất đến nơi tiêu thụ, đảm bảo áp suất *p* và lưu lượng *Q* và chất lượng khí nén cho các thiết bị làm việc, ví dụ như van, động cơ khí, xy lanh khí...

Truyền tải không khí nén được thực hiện bằng hệ thống ống dẫn khí nén, chú ý đối với hệ thống ống dẫn khí có thể là mạng đường ống được lắp ráp cố định (trong toàn nhà máy) và mạng đường ống lắp ráp trong từng thiết bị, trong từng máy mô tả ở hình 2.3.

Đối với hệ thống phân phối khí nén ngoài tiêu chuẩn chọn máy nén khí hợp lí, tiêu chuẩn chọn đúng các thông số của hệ thống ống dẫn ( đường kính ống, vật liệu ống); cách

lắp đặt hệ thống ống dẫn, bảo hành hệ thống phân phối cũng đóng vai trò quan trọng về phương diện kinh tế cũng như yêu cầu kỹ thuật cho hệ thống điều khiển khí nén.



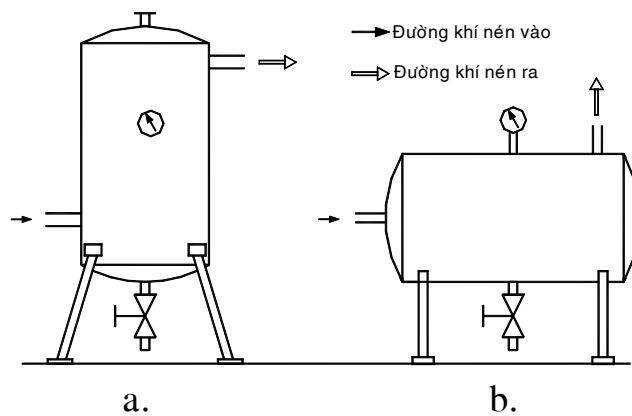
**Hình 2.3** Hệ thống phân phối khí nén

**2.1.2.1. Bình nhận và trích khí nén**

Bình trích chứa khí nén có nhiệm vụ cân bằng áp suất khí nén của máy nén khí chuyển đến, trích chứa, ngưng tụ và tách nước trước khi chuyển đến nơi tiêu thụ.

Kích thước của bình trích chứa phụ thuộc vào công suất của máy nén khí, công suất tiêu thụ của các thiết bị sử dụng và phương pháp sử dụng khí nén.

Bình trích chứa khí nén có thể đặt nằm ngang, nằm đứng. Đường ống ra của khí nén bao giờ cũng nằm ở vị trí cao nhất của bình trích chứa (**hình 2.4**).



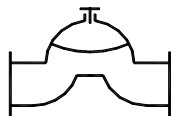
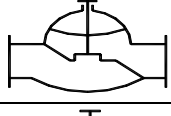
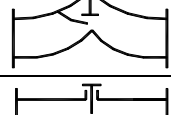
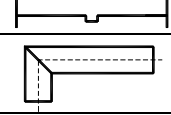
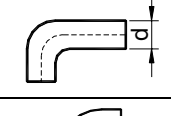
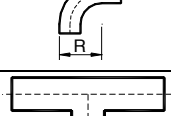
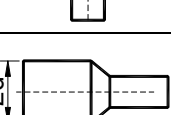
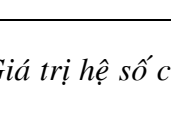
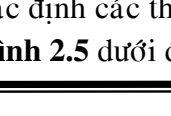
**Hình 2.4** Các loại bình trích chứa

**2.1.2.2. Đường ống**

Đường ống dẫn khí nén có đường kính trong vài milimet trở lên. Chúng được làm bằng các vật liệu cao su, nhựa hoặc kim loại.

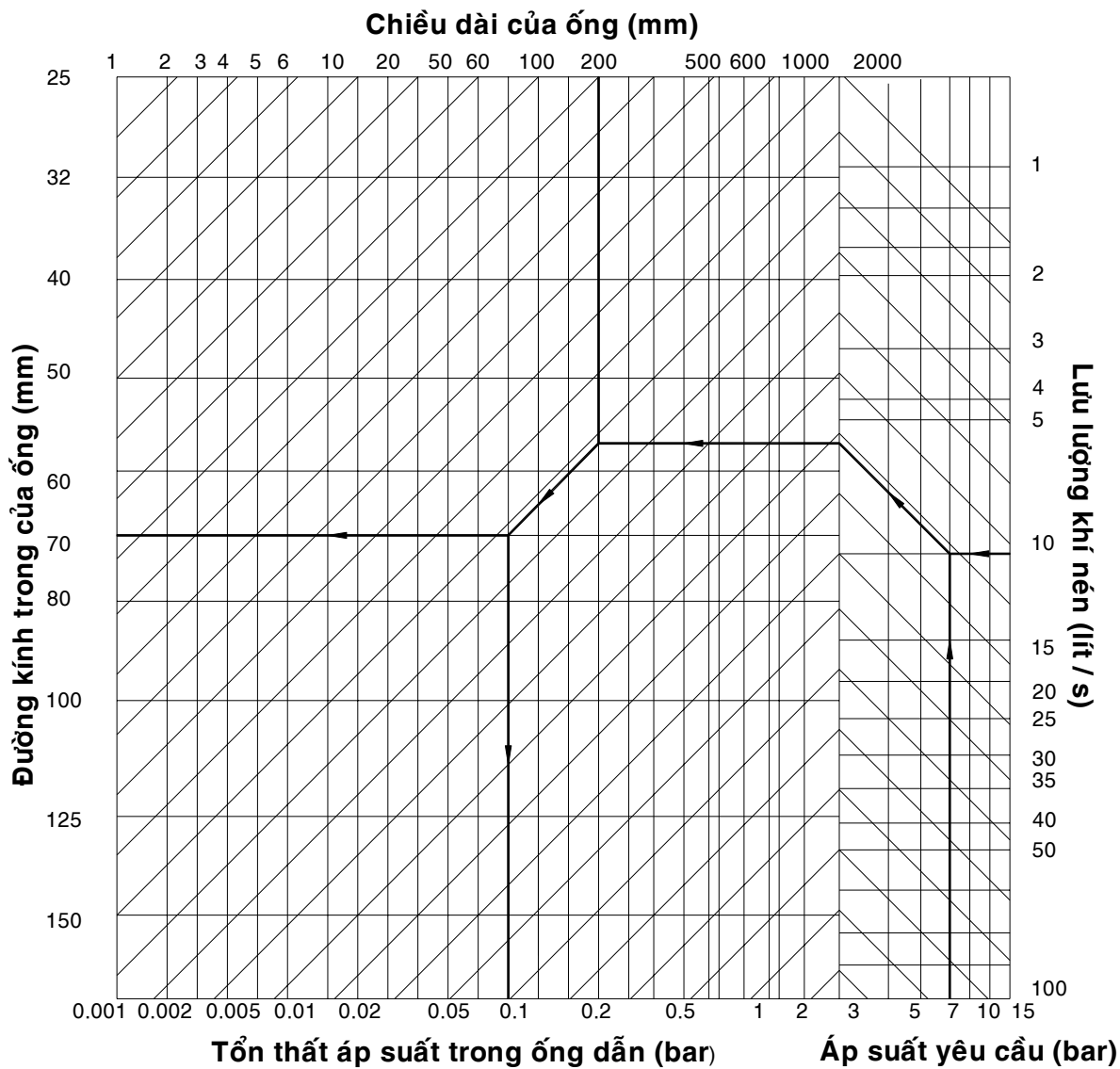
Thông số cơ bản kích thước ống (đường kính bên trong) phụ thuộc vào: vận tốc dòng chảy cho phép, tổn thất áp suất cho phép, áp suất làm việc, chiều dài ống, lưu lượng, hệ số cản trở dòng chảy và các phụ kiện nối ống.

- Lưu lượng: phụ thuộc vào vận tốc dòng chảy ( $Q=v.F$ ). Vận tốc dòng chảy càng lớn, tổn thất áp suất trong ống càng lớn.
- Vận tốc dòng chảy: vận tốc dòng chảy của khí nén trong ống dẫn nên chọn là từ  $6 \div 10$  m/s. Vận tốc của dòng chảy khí qua các chỗ lượn cua của ống hoặc nối ống, van, những nơi có tiết diện nhỏ lại sẽ tăng lên, hay vận tốc dòng chảy sẽ tăng lên nhất thời khi các thiết bị hay máy móc đang vận hành.
- Tổn thất áp suất: tốt nhất không vượt quá 0.1 bar. Thực tế sai số cho phép đến 5% áp suất làm việc. Như vậy tổn thất áp suất là 0.3 bar là chấp nhận được với áp suất làm việc là 6 bar.
- Hệ số cản dòng chảy: khi lưu lượng khí đi qua các chỗ nối khớp, van, khúc cong sẽ gây ra hiện tượng cản dòng chảy. Bảng 1, biểu thị các hệ số cản tương đương chiều dài ống dẫn  $l'$  của các phụ kiện nối.

| Phụ kiện nối       |                                                                                     | Chiều dài ống dẫn tương đương $l'$ (m) |      |     |     |     |     |     |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                    |                                                                                     | Đường kính trong của ống dẫn (mm)      |      |     |     |     |     |     |
|                    |                                                                                     | 25                                     | 40   | 50  | 80  | 100 | 125 | 150 |
| Van kiểu màng mỏng |    | 1,2                                    | 2,0  | 3,0 | 4,5 | 6   | 8   | 10  |
| Van khóa           |   | 6                                      | 10   | 15  | 25  | 30  | 50  | 60  |
| Van mở một phần    |  | 3                                      | 5    | 7   | 10  | 15  | 20  | 25  |
| Van chặn           |  | 0,3                                    | 0,5  | 0,7 | 1   | 1,5 | 2   | 2,5 |
| Nối vuông góc      |  | 1,5                                    | 2,5  | 3,5 | 5   | 7   | 10  | 15  |
| Độ cong $R = d$    |  | 0,3                                    | 0,5  | 0,6 | 1   | 1,5 | 2   | 2,5 |
| Độ cong $R = 2d$   |  | 0,15                                   | 0,25 | 0,3 | 0,5 | 0,8 | 1   | 1,5 |
| Ống nối T          |  | 2                                      | 3    | 4   | 7   | 10  | 15  | 20  |
| Nối ống thu nhỏ    |  | 0,5                                    | 0,7  | 1   | 2   | 2,5 | 3,5 | 4   |

**Bảng 1** Giá trị hệ số cản  $\zeta$  tương đương chiều dài ống dẫn  $l'$

Trong thực tế để xác định các thông số cơ bản của mạng đường ống người ta dựa vào biểu đồ được cho trong **hình 2.5** dưới đây.



Hình 2.5 Biểu đồ sự phụ thuộc của các thông số

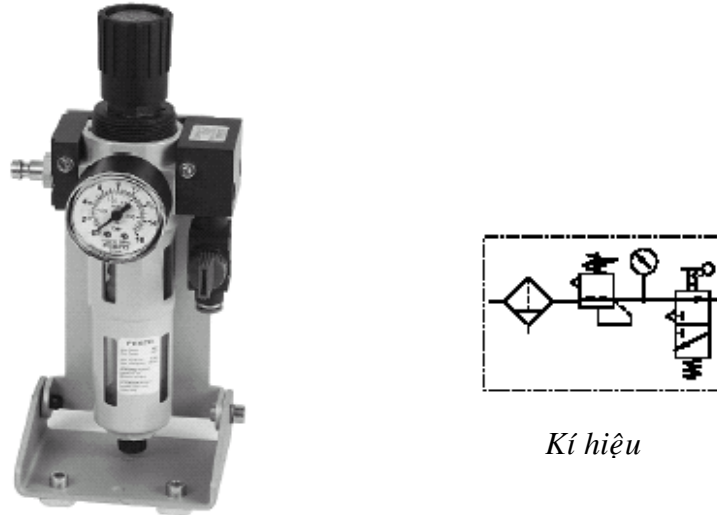
Theo biểu đồ hình 2.5, các thông số yêu cầu như áp suất p, lưu lượng q, chiều dài ống, tổn thất áp suất Δp và đường kính ống có mối liên hệ phụ thuộc với nhau.

Ví dụ:                      áp suất yêu cầu p = 7                      [bar]  
                                   Chiều dài ống l = 200                      [m]  
                                   Lưu lượng      q<sub>v</sub> = 10                      [m<sup>3</sup>/phút]  
                                   Tổn thất áp suất Δp = 0,1                      [bar]

Từ biểu đồ hình 2.5 ta xác định được mối quan hệ giữa các đại lượng trên bằng đường nét đậm và từ đó ta được đường kính trong của ống dẫn cần chọn φ = 70 mm.

**2.1.3. Xử lý khí nén**

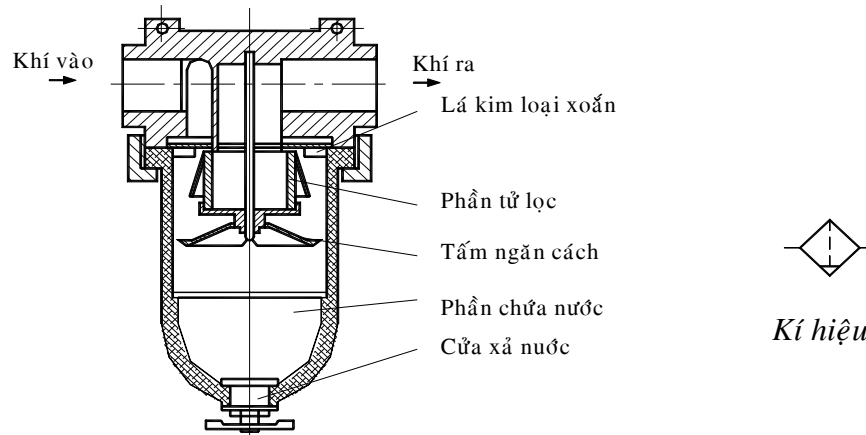
Khí nén được tạo ra từ máy nén khí có chứa nhiều chất bẩn, độ bẩn có thể ở các mức độ khác nhau. Chất bẩn có thể là bụi, độ ẩm của không khí hút vào, những cặn bả của dầu bôi trơn và truyền động cơ khí. Hơn nữa trong quá trình nén nhiệt độ của khí nén tăng lên, có thể gây ra ôxy hóa một số phần tử của hệ thống. Do đó việc xử lý khí nén cần phải thực hiện bắt buộc. Khí nén không được xử lý thích hợp sẽ gây hư hỏng hoặc gây trở ngại tính làm việc của các phần tử khí nén. Đặc biệt sử dụng khí nén trong hệ thống điều khiển đòi hỏi chất lượng khí nén rất cao. Mức độ xử lý khí nén tùy thuộc vào từng phương pháp xử lý. Trong thực tế người ta thường dùng bộ lọc để xử lý khí nén (**hình 2.6**).



**Hình 2.6** Bộ lọc khí

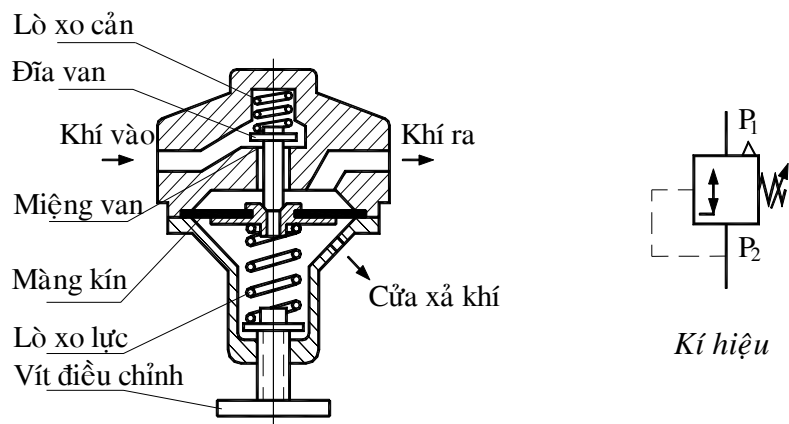
Bộ lọc khí có 3 phần tử: van lọc, van điều chỉnh áp suất và van tra dầu.

- Van lọc khí (**hình 2.7**) là làm sạch các chất bẩn và ngưng tụ hơi nước chứa trong nó. Khí nén sẽ tạo chuyển động xoắn khi qua lá xoắn kim loại, sau đó qua phần tử lọc, các chất bẩn được tách ra và bám vào màng lọc, cùng với những phân tử nước được để lại nằm ở đáy của bầu lọc. Tùy theo yêu cầu chất lượng của khí nén mà chọn phần tử lọc. Độ lớn của phần tử lọc nên chọn từ 20 $\mu$ m – 50 $\mu$ m.



**Hình 2.7** Van lọc khí nén

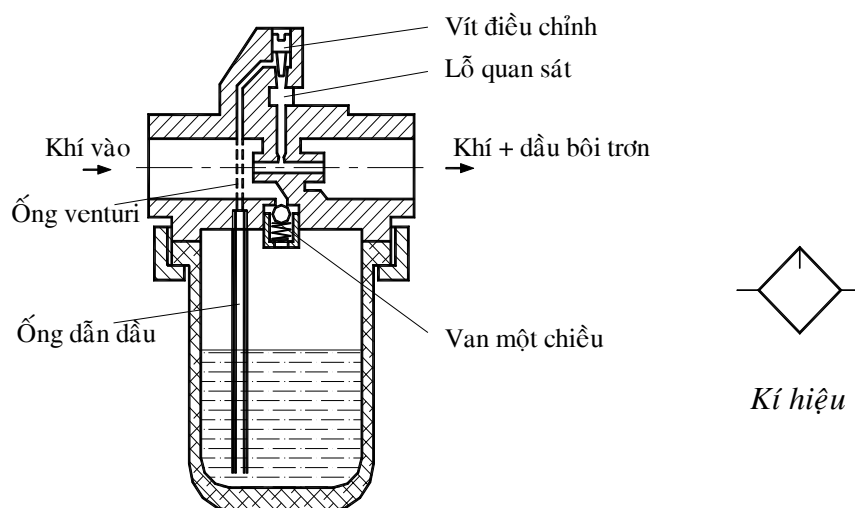
- Van điều chỉnh áp suất: nhiệm vụ của van áp suất là ổn định áp suất điều chỉnh, mặc dù có sự thay đổi bất thường của áp suất làm việc ở đường ra hoặc sự dao động của áp suất ở đầu vào. Áp suất ở đầu vào luôn luôn là lớn hơn áp suất ở đầu ra (**hình 2.8**).



**Hình 2.8** Van điều chỉnh áp suất

Van điều chỉnh áp được điều chỉnh bằng vít điều chỉnh tác động lên màng kín. Phía trên của màng chịu tác dụng của áp suất đầu ra, phía dưới chịu tác dụng của lực lò xo sinh ra do vít điều chỉnh. Bất kỳ sự tăng áp ở đầu tiêu thụ gây cho màng kín dịch chuyển chống lại lực cản của lò xo vì vậy hạn chế dòng khí đi qua miệng van cho tới lúc có thể đóng sập. Khi khí nén được tiêu thụ, áp suất đầu ra giảm, kết quả là đĩa van được mở bởi lực cản lò xo. Để ngăn chặn đĩa van dao động chập chờn phải dùng đến lò xo cản gắn trên đĩa van.

- Van tra dầu: được sử dụng đảm bảo cung cấp bôi trơn cho các thiết bị trong hệ thống điều khiển khí nén nhằm giảm ma sát, sự ăn mòn và sự gỉ (**hình 2.9**).



**Hình 2.9** Van tra dầu

## 2.2. THỦY LỰC

### 2.2.1. Cung cấp năng lượng dầu ép

Trong hệ thống điều khiển thủy lực nguồn năng lượng được dùng để hệ hoạt động là dầu ép. Để cung cấp năng lượng cho hệ thống điều khiển thường sử dụng thiết bị **bơm dầu**.

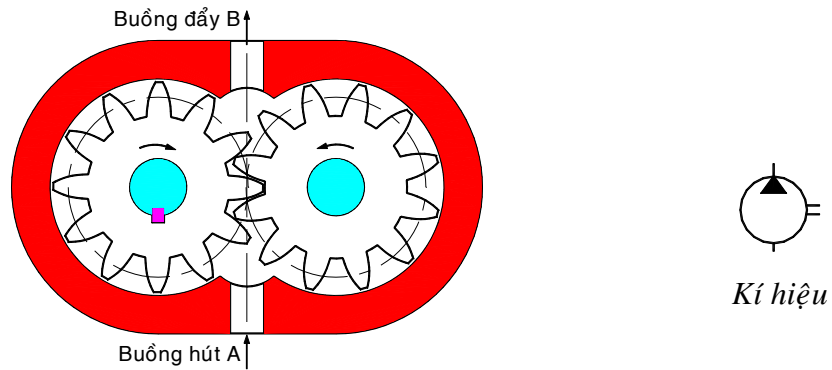
Bơm dầu là một phần tử quan trọng nhất của hệ thống điều khiển thủy lực, dùng để biến cơ năng thành năng lượng của dầu. Những thông số cơ bản của bơm là lưu lượng và áp suất.

Lưu lượng của bơm về lý thuyết không phụ thuộc vào áp suất (trừ bơm ly tâm), mà chỉ phụ thuộc vào kích thước hình học và vận tốc quay của nó. Nhưng trong thực tế do sự rò rỉ qua khe hở giữa khoang hút và khoang đẩy, giữa khoang đẩy với bên ngoài nên lưu lượng thực tế của bơm nhỏ hơn lưu lượng lý lý thuyết và giảm dần khi áp suất tăng.

#### 2.2.1.1. Các loại bơm

##### 2.2.1.1.1. Bơm bánh răng

Bơm bánh răng có kết cấu như **hình 2.10**



**Hình 2.10** Nguyên lý làm việc bơm bánh răng

Nguyên lý làm việc của bơm bánh răng là sự thay đổi thể tích: khi thể tích của buồng hút (A) tăng, bơm dầu hút, thực hiện chu kỳ hút; và khi thể tích giảm, bơm đẩy dầu ra buồng (B), thực hiện chu kỳ nén. Nếu trên đường đi của dầu ta đặt một vật cản thì dầu sẽ bị chặn lại tạo nên một áp suất nhất định phụ thuộc vào độ lớn của sức cản và kết cấu của bơm.

Lưu lượng bơm bánh răng được tính theo công thức:

$$Q = \frac{2\pi d.m.z.b.n}{1000} \cdot \eta_v \quad [l/ph] \quad (2.3)$$

Trong đó:

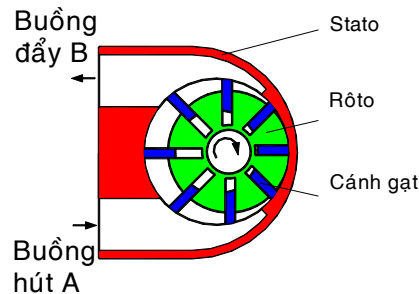
|                                      |       |
|--------------------------------------|-------|
| $m$ – mô đun của bánh răng           | [cm]; |
| $d$ – đường kính vòng chia bánh răng | [cm]; |
| $b$ – bề rộng bánh răng              | [cm]; |
| $n$ – số vòng quay trong một phút    | [cm]; |
| $z$ – số răng;                       |       |

$\eta_v$  – hiệu suất thể tích.

**2.2.1.1.2 Bơm cánh gạt**

Bơm cánh gạt được dùng rộng rãi hơn bơm bánh răng do ổn định về lưu lượng, hiệu suất thể tích cao hơn.

Lưu lượng bơm có thể thay đổi bằng cách thay đổi độ lệch tâm.



**Hình 2.11** Bơm cánh gạt tác động đơn

Lưu lượng của bơm cánh gạt tác động một kỳ nhiều cánh được tính theo công thức:

$$Q = \frac{2 \pi d \cdot b \cdot n \cdot e}{1000} \quad [l/ph] \quad (2.4)$$

Trong đó:

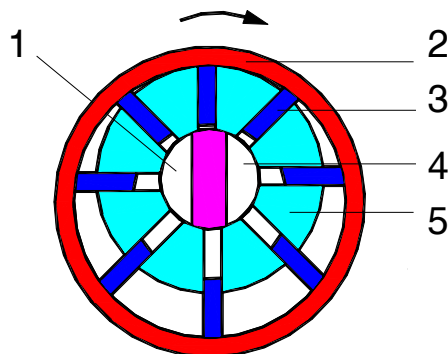
- $d$  – Đường kính stato [cm];
- $b$  – Chiều rộng cánh gạt [cm];
- $e$  – Độ lệch tâm [cm];
- $n$  – Số vòng quay của rôto [vòng/phút].

**2.2.1.1.3. Bơm pít tông**

Bơm pít tông có khả năng làm kín tốt hơn so với bơm cánh gạt và bánh răng, bởi vậy bơm pít tông được sử dụng rộng rãi trong hệ thống thủy lực làm việc ở áp suất cao. Phụ thuộc vào vị trí của pít tông đối với rôto, có thể phân biệt chúng thành bơm hướng kính và hướng trục.

**2.2.1.1.3.1. Bơm hướng kính**

Bơm dầu pít tông hướng kính có các pít tông chuyển động hướng tâm với trục quay của rôto. Tùy thuộc vào số pít tông ta có lưu lượng khác nhau (**hình 2.12**).



**Hình 2.12** Bơm piston hướng kính



Lưu lượng bơm hướng kính được tính theo công thức:

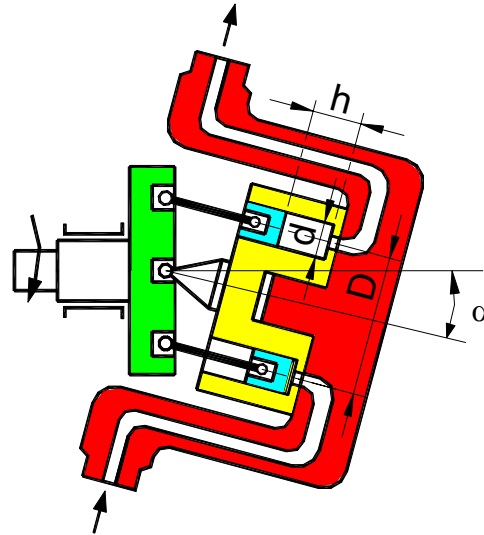
$$Q = \frac{\pi d^2}{4} \cdot h \cdot i \cdot n \cdot 10^{-3} \quad [l / ph] \quad (2.5)$$

Trong đó:

- $d$  – Đường kính pít tông [cm];
- $h$  – Khoảng chạy pít tông,  $h = 2e = (1.3 - 1.4)d$ ;  $e$  : độ lệch tâm [cm];
- $i$  – Số pít tông;
- $n$  – Số vòng quay của rôto trong một phút.

**2.2.1.1.3.2. Bơm hướng trục**

Bơm pít tông hướng trục là loại bơm có các pít tông đặt song song với trục rôto và được truyền bằng khớp nối với trục quay của động cơ điện (hình 2.13 ). Bơm pít tông hướng trục có ưu điểm là kích thước nhỏ gọn và hầu hết đều chỉnh lưu được nhờ điều chỉnh góc nghiêng của kết cấu đĩa nghiêng ở trong bơm.



**Hình 2.13** Bơm pít tông hướng trục

Lưu lượng bơm hướng trục được tính theo công thức:

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} \cdot D \cdot i \cdot n \cdot \text{tg} \alpha \cdot 10^{-3} \quad [l / ph] \quad (2.6)$$

Trong đó:

- $d$  – Đường kính pít tông [cm];
- $D$  – đường kính trên đó phân bố các xy lanh [cm];
- $i$  – Số pít tông;
- $n$  – số vòng quay của trục rôto [vg/ph];
- $\alpha$  - góc nghiêng của rôto với trục quay [độ].

**2.2.1.2. Bể Dầu**

**2.2.1.2.1. Nhiệm vụ**

- Cung cấp dầu cho hệ thống làm việc theo chu trình kín ( cấp và nhận dầu chảy về).
- Giải tỏa nhiệt sinh ra trong quá trình bơm dầu làm việc.
- Lắng đọng các chất cặn bả, dơ bẩn trong quá trình làm việc.
- Tách nước.

**2.2.1.2.2. Chọn kích thước bể dầu**

Đối với bể dầu di động, thể tích được chọn như sau:

$$V = 1,5 \cdot q_v \tag{2.7}$$

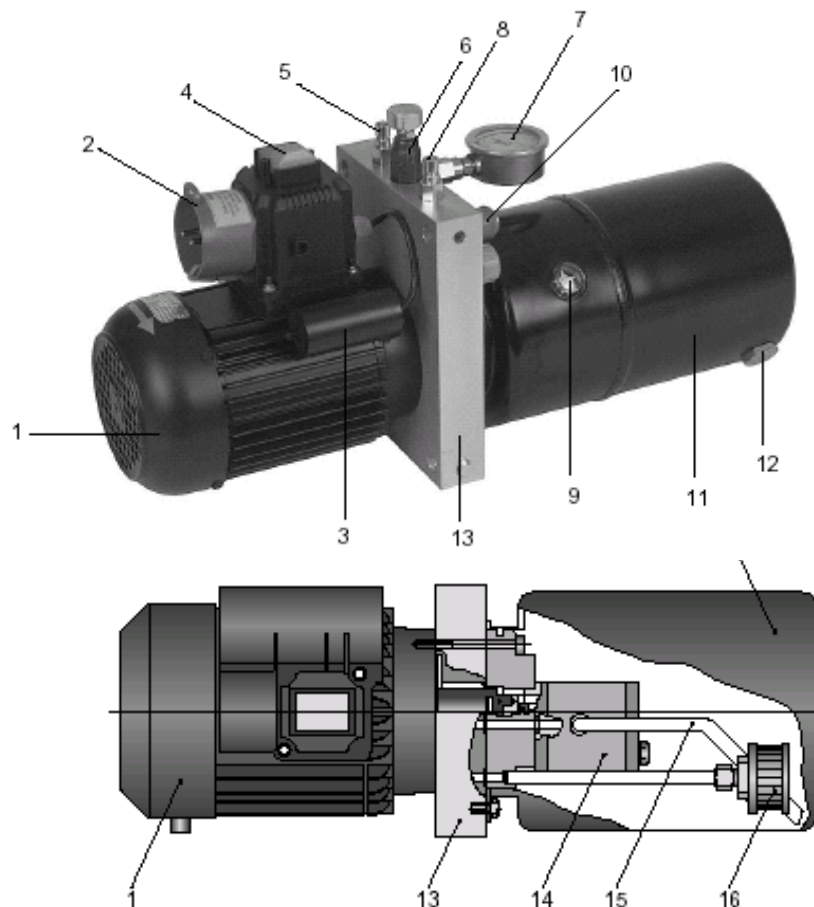
Đối với loại bể dầu cố định, thể tích bể dầu được chọn như sau:

$$V = (3,0 - 5,0) \cdot q_v \tag{2.8}$$

Trong đó:  $V$  [lít] ;  $q_v$  [lít/phút]

**2.2.1.2.3. Kết cấu của bể dầu**

**Hình 2.14** mô tả bộ nguồn cung cấp năng lượng dầu. Khi động cơ (1) có điện, bơm dầu làm việc, dầu được hút lên qua ống hút (15) cấp cho hệ thống điều khiển qua cửa áp (5), dầu xả được cho về lại thùng (11) qua cửa (8) qua bộ lọc (16).



**Hình 2.14** Kết cấu bộ nguồn dầu

Dầu thường được đổ vào thùng (11) qua một cửa (10) bố trí trên nắp bể lọc và có thể kiểm tra mức dầu đạt yêu cầu nhờ mắt dầu (9).

Quan sát áp suất của bộ nguồn dầu bằng đồng hồ áp suất (7). Giá trị áp suất giới hạn của nguồn được điều chỉnh bằng van an toàn áp suất (6).

### 2.2.2. XỬ LÝ DẦU

Trong hệ thống điều khiển thủy lực, việc xử lý dầu thường dùng đến bộ lọc dầu.

**Hình 2.15** là các bộ lọc với các kích thước và chủng loại khác nhau. Trong quá trình làm việc không tránh khỏi dầu bị bẩn do các chất bẩn được tạo ra từ bên ngoài hay bản thân của nó. Những chất bẩn này đã gây ra hiện tượng kẹt các khe hở, các tiết diện dòng chảy làm ảnh hưởng rất lớn đến sự ổn định hoạt động của hệ thống và hư hỏng. Do đó trong hệ thống dầu ép ta thường gắn các bộ lọc dầu để ngăn ngừa chất bẩn thâm nhập vào bên trong các cơ cấu, phần tử dầu ép.

Bộ lọc dầu thường đặt ở ống hút của bơm dầu. Trường hợp cần dầu sạch hơn, đặt thêm một bộ nữa ở cửa ra của bơm, và một ở ống xả của hệ thống dầu ép.

Lưu lượng chảy qua bộ lọc dầu, ta dùng công thức tính lưu lượng qua lưới lọc:

$$Q = \alpha \frac{A \cdot \Delta p}{\eta} \quad [l / ph] \quad (2.9)$$

Trong đó:

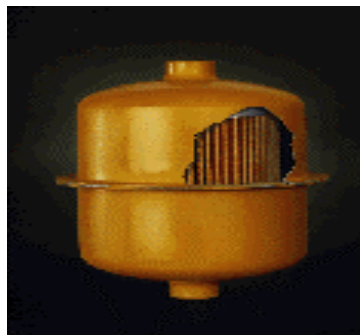
$A$  – diện tích toàn bộ bề mặt lọc  $[cm^2]$ ;

$\Delta p$  - hiệu áp của bộ lọc ( $\Delta p = p_2 - p_1$ )  $[bar]$ ;

$\eta$  - độ nhớt động lực của dầu  $[P]$ ;

$\alpha$  - hệ số lọc, đặc trưng cho lượng dầu chảy qua bộ lọc trên đơn vị diện tích và thời gian  $[l/cm^2 \cdot ph]$ .

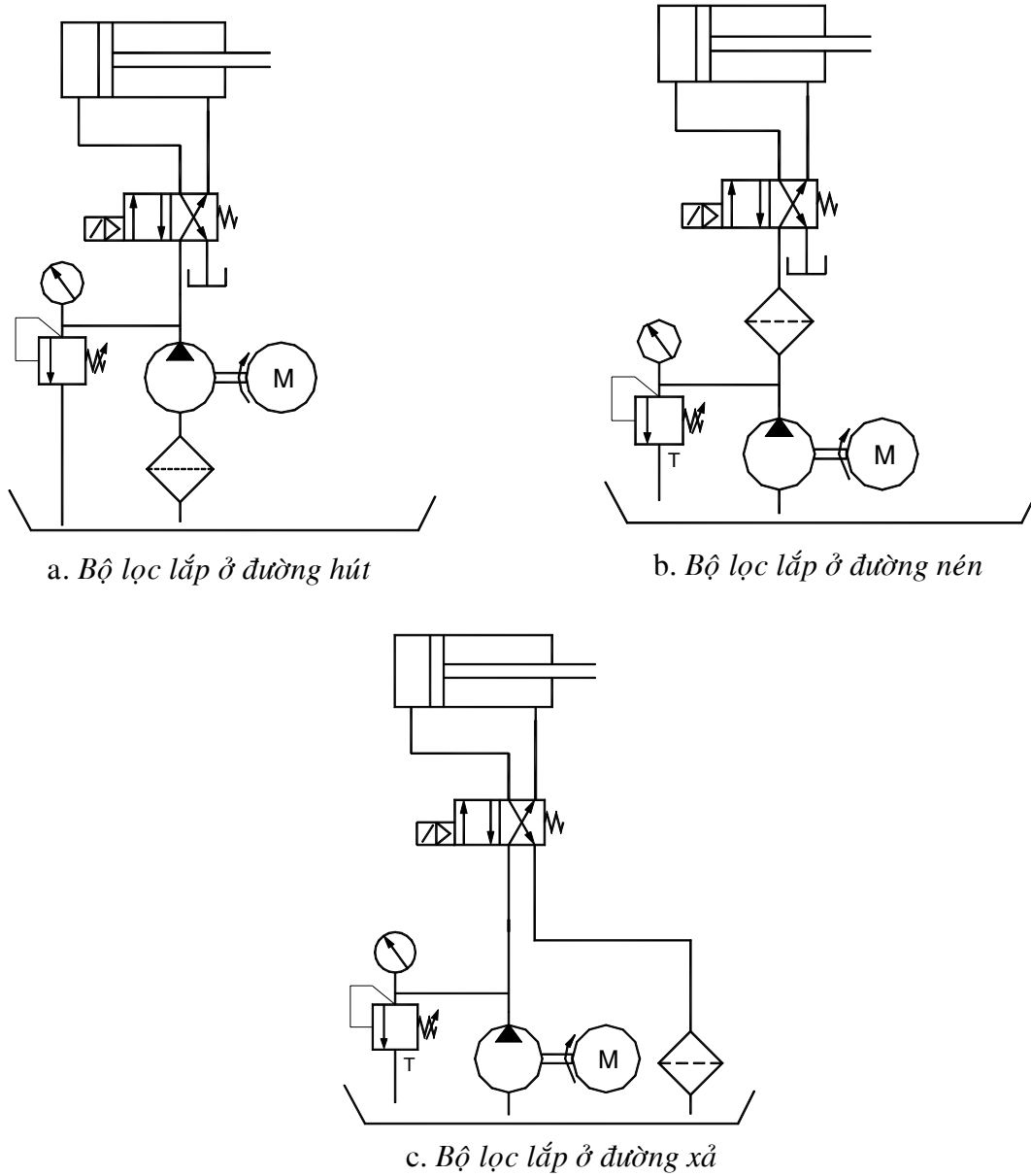
Tùy thuộc vào đặc điểm của bộ lọc, có thể lấy  $\alpha = 0,006 - 0,009$ .



**Hình 2.15** Bộ lọc

- **Một số cách lắp bộ lọc dầu trong hệ thống**

Tùy theo yêu cầu chất lượng của dầu trong hệ thống điều khiển, mà ta có thể lắp các bộ lọc dầu ở các vị trí khác nhau (hình 2.16).



**Hình 2.16** - Cách lắp bộ lọc trong hệ thống

**BÀI TẬP CHƯƠNG 2****Bài 1:**

Một bơm chuyển dời vị trí có thể tích là  $14 \text{ cm}^3/\text{rev}$  được quay với  $1440 \text{ rev}/\text{min}$  và áp suất làm việc lớn nhất là  $150 \text{ bar}$ . Hiệu suất thể tích là  $0.9$  và hiệu suất tổng của bơm là  $0.8$ . Tính:

1. Lưu lượng bơm trong 1 phút
2. Công suất vào cần thiết tại trục bơm.
3. Mômen truyền động tại trục bơm.

**Bài 2:**

Một bơm chuyển dời vị trí với lưu lượng  $11/\text{min}$  được bơm vào một ống có thể tích là  $1 \text{ lít}$ . Nếu cuối ống bị khóa đột ngột, tính tăng áp sau  $1 \text{ giây}$ .

**Bài 3:**

Một máy nén cần một lưu lượng  $200 \text{ l}/\text{min}$  để mở và đóng khuôn ở áp suất lớn nhất là  $30 \text{ bar}$ . Hành trình làm việc (khi ép) cần một áp suất tối đa là  $400 \text{ bar}$ , thì lưu lượng trong khoảng  $12, 20 \text{ l}/\text{min}$  thỏa mãn hay không? Công suất của bơm dịch chuyển vị trí là bao nhiêu?



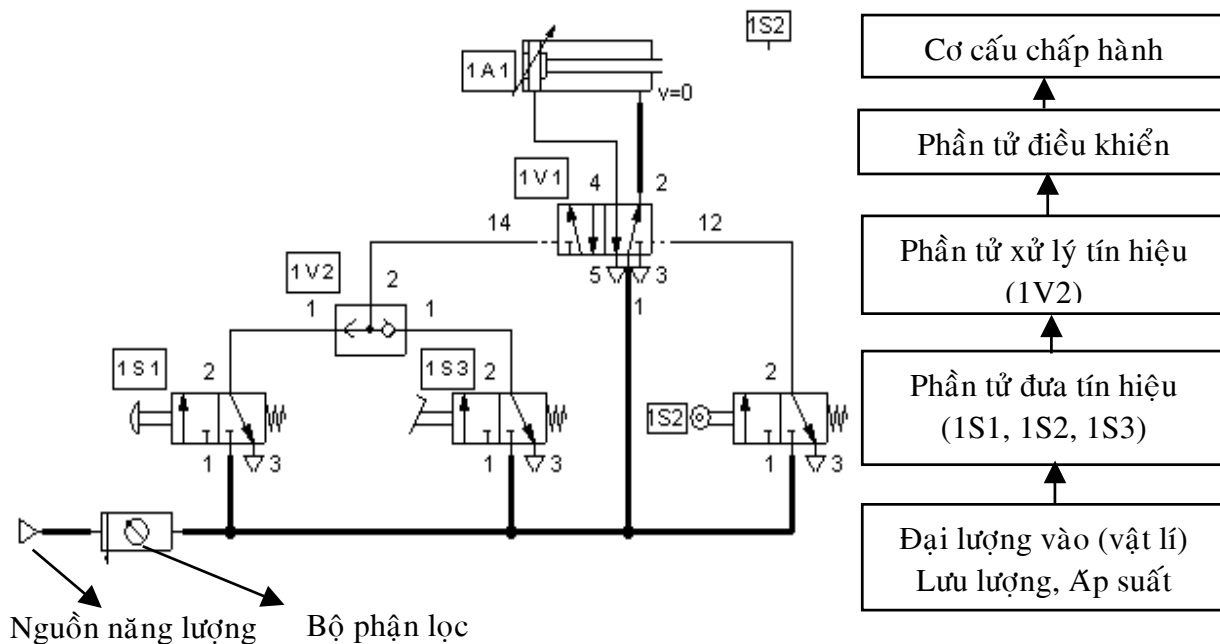
# PHẦN II

## CÁC THÀNH PHẦN CỦA HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN KHÍ NÉN & THỦY LỰC

### Khái niệm

Một hệ thống điều khiển thủy lực - khí nén có thể là một hệ điều khiển kín hay một hệ hở, về cơ bản nó chứa các thành phần, phần tử được mô tả như **hình 3.1**.

Tùy theo nhiệm vụ hoạt động của đối tượng điều khiển, mức độ phức tạp của hệ điều khiển mà ta có thể phân tích, chọn các phần tử thích hợp cho việc thiết kế hệ điều khiển và hệ thống động học.



**Hình 3.1** Cấu trúc mạch điều khiển và các phần tử

# CHƯƠNG 3

## PHẦN TỬ ĐƯA TÍN HIỆU VÀ XỬ LÝ TÍN HIỆU ĐIỀU KHIỂN

---

➤ **Các phần tử đưa tín hiệu**

- *Nút nhấn*
- *Công tắc*
- *Giới hạn hành trình*
- *Cảm biến*

➤ **Các phần xử lý tín hiệu**

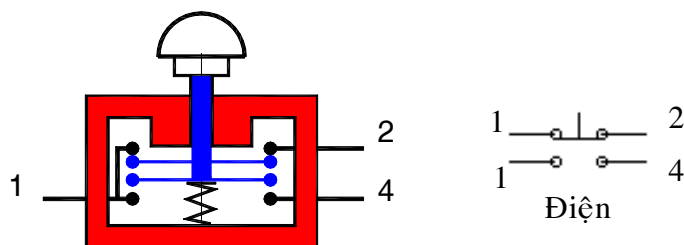
- *Phần tử YES*
- *Phần tử NOT*
- *Phần tử AND*
- *Phần tử OR*
- *Phần tử NAND*
- *Phần tử NOR*
- *Phần tử Flip-Flop*
- *Phần tử thời gian*

### 3.1. CÁC PHẦN TỬ ĐƯA TÍN HIỆU

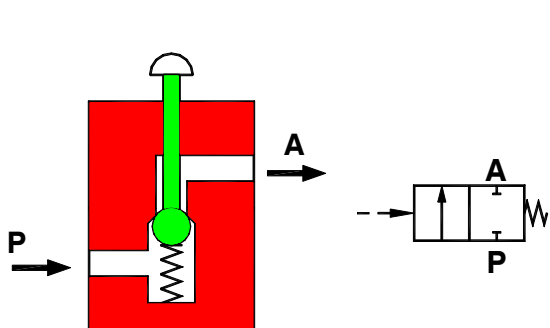
Tín hiệu tác động và đưa vào xử lý có thể là điện, khí nén, thủy lực. Các phần tử đưa tín hiệu có thể: nút nhấn, giới hạn hành trình, công tắc, rơle, bộ định thời, bộ đếm, các cảm biến.

#### 3.1.1. Nút nhấn

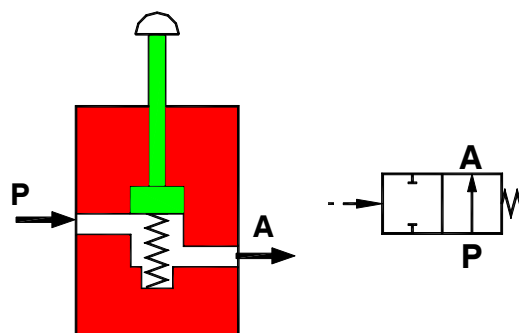
Nút nhấn tác động thì tiếp điểm (1,2) mở ra và tiếp điểm (1,4) nối lại.



Hình 3.2 Tín hiệu điện (NO và NC)

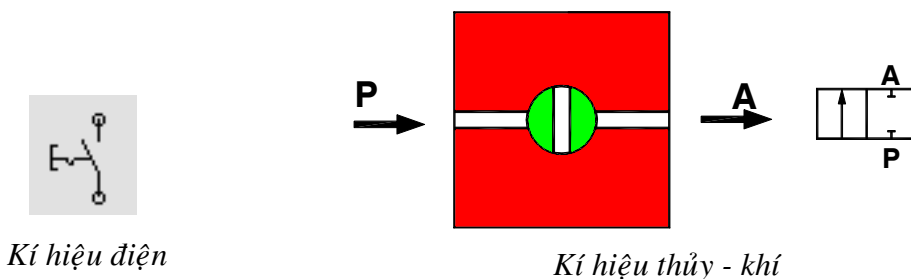


Hình 3.3 Tín hiệu khí- thủy lực (NC)



Hình 3.4 Tín hiệu khí- thủy lực (NO)

#### 3.1.2. Công tắc

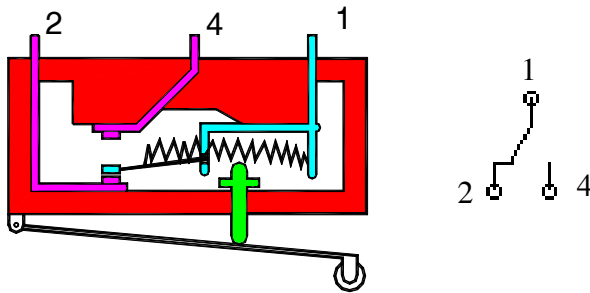


Hình 3.5 – Công tắc

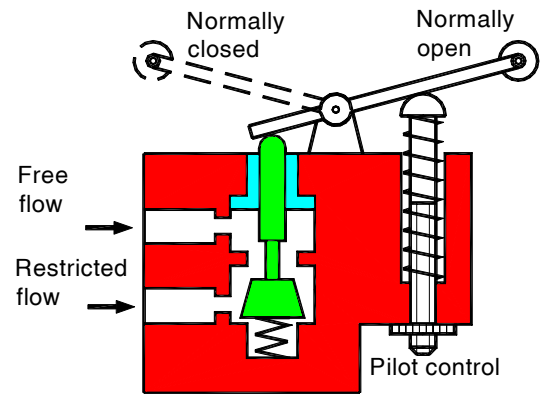
Công tắc thực hiện chuyển đổi trạng thái khi tác động



**3.1.3. Giới hạn hành trình**

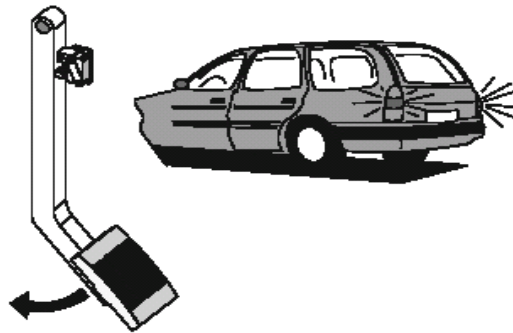


**Hình 3.6** Giới hạn hành trình điện



**Hình 3.7** Giới hạn hành trình khí - thủy

Ví dụ: ứng dụng công tắc hành trình để khi đạp thắng xe thì đèn báo hiệu sáng (hình 3.8).

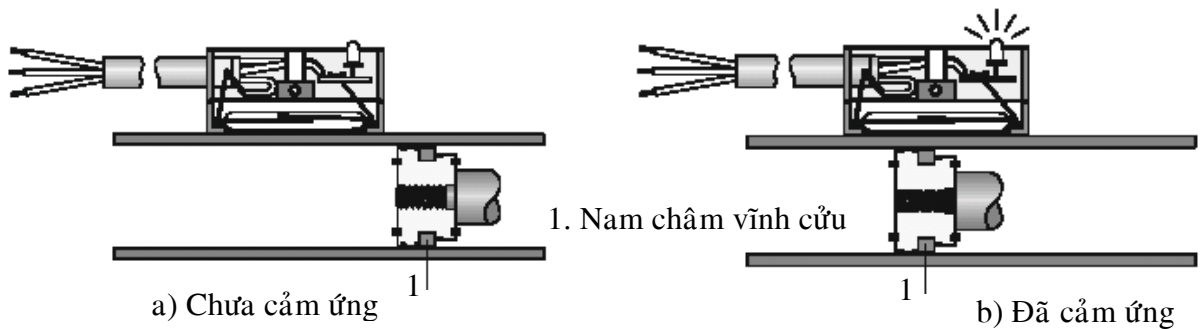


**Hình 3.8** Đạp thắng đèn ô tô cháy sáng

**3.1.4. Cảm biến**

**3.1.4.1 Cảm biến từ trường**

Cảm biến từ trường chỉ sử dụng để phát hiện những vật có từ trường. Cảm biến này được lắp đặt trên các thân xy lanh khí nén có pít tông từ trường để giới hạn hành trình của nó (hình 3.9).



**Hình 3.9** Cảm ứng từ trường trên piston

**Ví dụ:** Xác định vị trí ở đầu và cuối hành trình piston bằng 2 cảm biến từ trường gắn trên thân xy lanh (**hình 3.10**).



**Hình 3.10** Xác định hành trình bằng cảm biến từ trường

**3.1.4.2. Cảm biến bằng tia**

Cảm biến bằng tia là loại cảm biến không tiếp xúc. Nguyên tắc làm việc chỉ đối với tín hiệu vào là dòng tia khí nén. Cảm biến bằng tia được ứng dụng ở các lĩnh vực mà cảm biến không tiếp xúc bằng điện không đảm nhận được trong điều kiện môi trường làm việc khắc khe: nóng, có ăn mòn hóa học, ẩm ướt, ảnh hưởng điện trường, an toàn cao,...

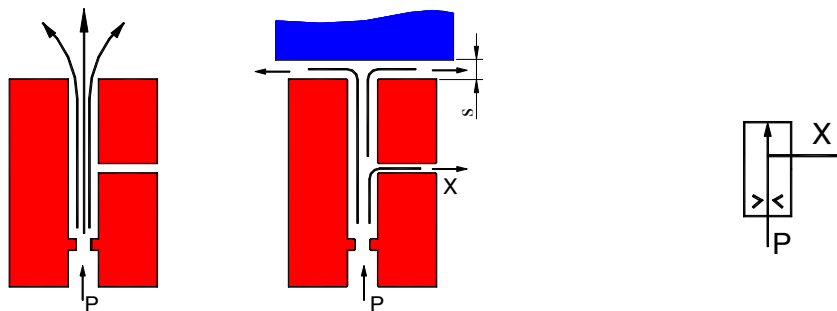
Với cảm biến bằng tia khí nén thì tín hiệu ra (sau khi cảm nhận được vật thể) có áp suất rất nhỏ. Do đó ta phải khuếch đại tín hiệu trước khi đưa vào xử lý điều khiển, thường ta dùng đến bộ khuếch đại bằng khí nén để khuếch đại.

*Chú ý: cảm biến này chỉ có đối với khí nén, không sử dụng trong thủy lực.*

**3.1.4.2.1. Cảm biến bằng tia rẽ nhánh**

Khi không có vật cản thì dòng khí nén được phát ra từ nguồn P sẽ đi thẳng, nếu có vật cản thì dòng khí sẽ bị rẽ nhánh qua cửa X (**hình 3.11**).

Áp suất của cửa tín hiệu ra X phụ thuộc vào khoảng cách s giữa bề mặt đầu cảm biến với mặt vật cản, s càng nhỏ thì áp suất càng lớn.

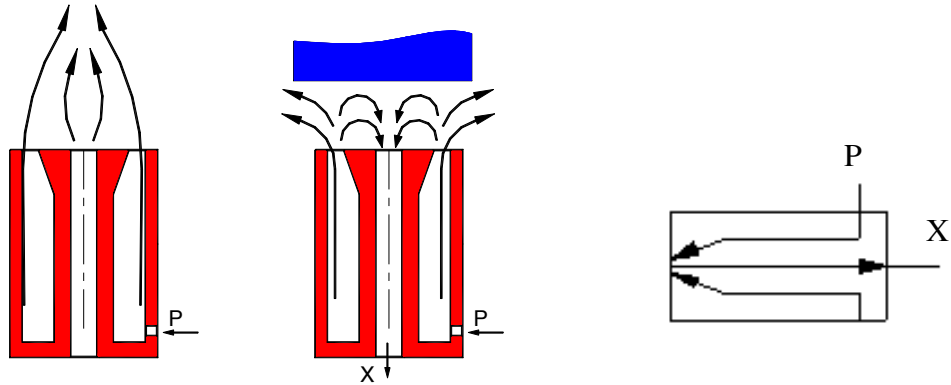


**Hình 3.11** Cảm biến tia rẽ nhánh

**3.1.4.2.2 Cảm biến bằng tia phản hồi**

Khi dòng khí nén P đi qua không có vật cản thì đầu ra tín hiệu phản hồi X= 0; có vật cản thì tín hiệu X= 1. Đặc biệt cảm biến này cho tín hiệu X=1 cho cả vật cả dịch chuyển theo hướng dọc trục của cảm biến– khoảng cách a và cả hướng vuông góc với trục – khoảng cách s (**hình 3.12**).

Ví dụ : ứng dụng cảm biến bằng tia phản hồi để xác định độ lệch của 2 mép giấy của cuộn giấy đang chạy trên 2 ru lô (**hình 3.13**).

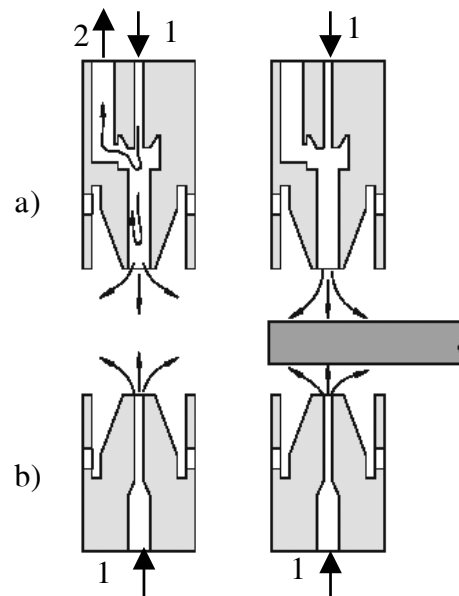


**Hình 3.12** Cảm biến tia phản hồi

**4.1.4.2.3. Cảm biến thu phát bằng tia**

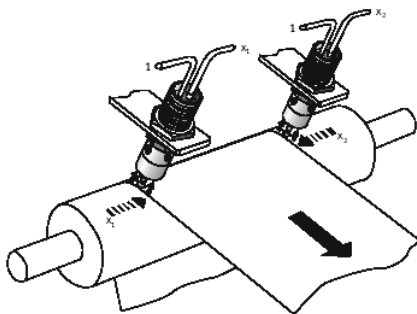
Nguyên lý hoạt động được mô tả ở **hình 3.14**

- 1. Cung cấp áp
- 2. Ngỏ ra áp (tín hiệu áp)
- a. Đầu thu (áp suất)
- b. Đầu phát (áp suất)

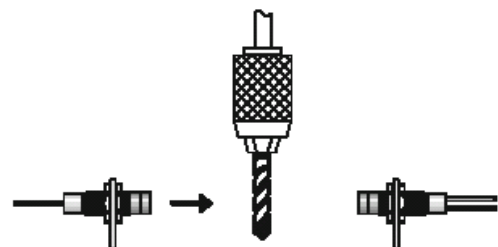


**Hình 3.14** Cảm biến thu phát bằng tia

**Ví dụ:** dùng cảm biến thu phát bằng tia để phát hiện tình trạng gãy mũi khoan của quá trình gia công khoan chi tiết (**hình 3.15**).



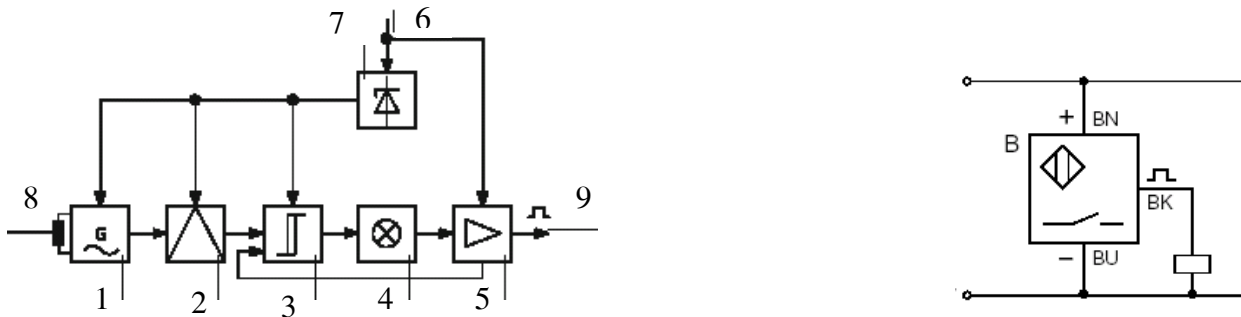
**Hình 3.13** Xác định độ lệch mép giấy



**Hình 3.15** Phát hiện gãy mũi khoan

**4.1.4.3. Cảm biến cảm ứng từ**

Nguyên tắc hoạt động của cảm biến cảm ứng từ được mô tả ở hình 3.16. Bộ tạo dao động phát tần số cao. Khi có vật cản kim loại nằm trong vùng đường sức của từ trường, trong kim loại đó sẽ hình thành điện trường xoáy. Vật cản càng gần cuộn cảm ứng thì dòng điện xoáy trong vật cản càng tăng, năng lượng bộ dao động giảm dẫn đến biên độ của bộ dao động sẽ giảm. Qua bộ so, tín hiệu ra được khuếch đại. Trong trường hợp tín hiệu ra là tín hiệu nhị phân, mạch Schmitt trigơ sẽ đảm nhận nhiệm vụ này.

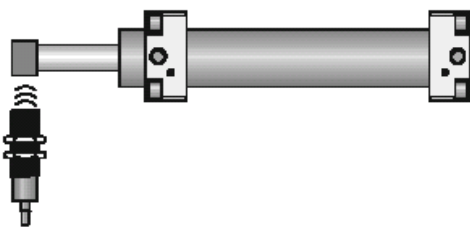


Hình 3.16 Sơ đồ mạch cảm biến từ

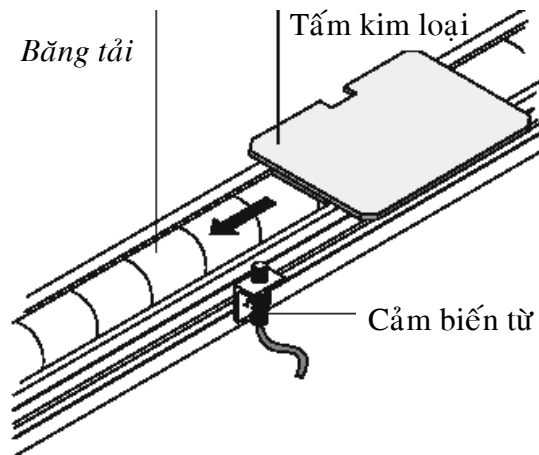
Kí hiệu

- |                           |                      |                        |
|---------------------------|----------------------|------------------------|
| 1. Bộ dao động            | 2. Bộ chỉnh tín hiệu | 3. Bộ so Schmitt trigơ |
| 4. Bộ hiển thị trạng thái | 5. Bộ khuếch đại     | 6. Điện áp ngoài       |
| 7. Ổn nguồn bên trong     | 8. Cuộn cảm ứng      | 9. Tín hiệu ra         |

**Ví dụ:** ứng dụng cảm biến cảm ứng từ để xác định vị trí hành trình của piston khí nén – thủy lực (hình 3.17); hay phát hiện tấm kim loại được mang đi nhờ băng tải dịch chuyển (hình 3.18).



Hình 3.17 Xác định vị trí đầu trục

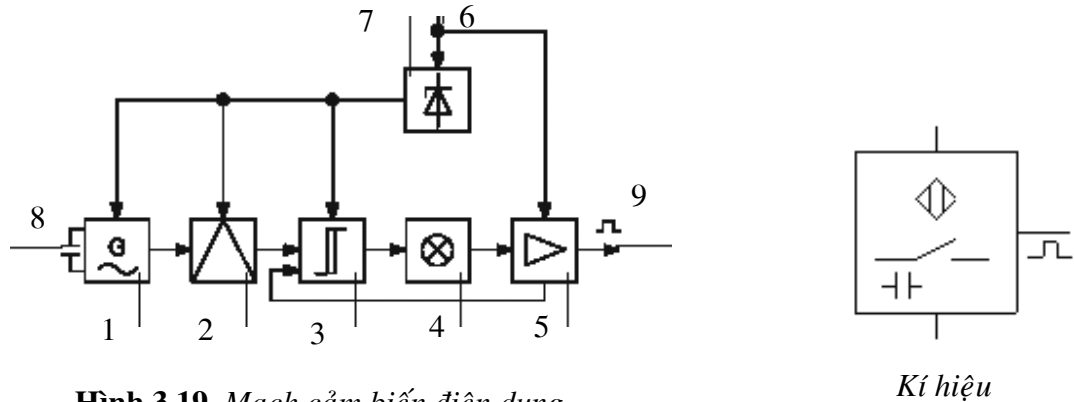


Hình 3.18 Phát hiện tấm kim loại trên băng tải

**4.1.4.4. Cảm biến điện dung**

Nguyên tắc hoạt động của cảm biến điện dung được mô tả ở hình 3.19. Bộ tạo dao động sẽ phát tần số cao. Khi có vật cản kim loại hoặc phi kim loại nằm trong vùng đường sức của điện trường, điện dung của tụ điện thay đổi. Như vậy tần số riêng của bộ dao động thay

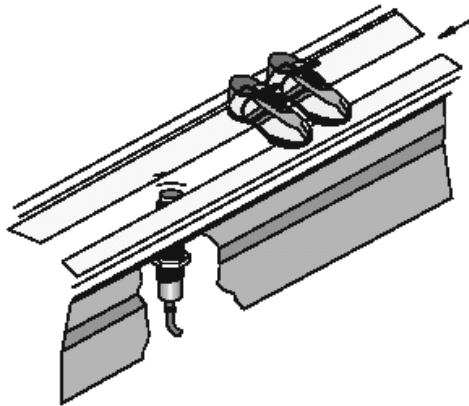
đổi. Qua bộ so và chỉnh tín hiệu, tín hiệu ra được khuếch đại. Trường hợp tín hiệu ra là tín hiệu nhị phân, mạch Schmitt trigơ sẽ đảm nhận công việc này.



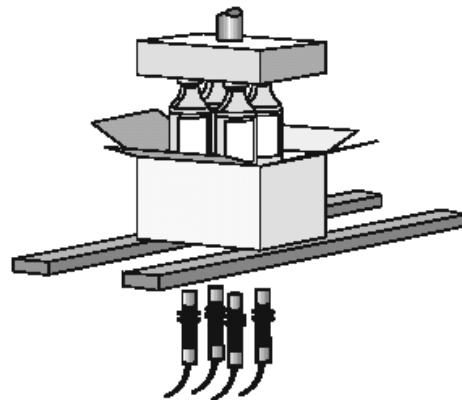
**Hình 3.19** Mạch cảm biến điện dung

- |                           |                      |                        |
|---------------------------|----------------------|------------------------|
| 1. Bộ dao động            | 2. Bộ chỉnh tín hiệu | 3. Bộ so Schmitt trigơ |
| 4. Bộ hiển thị trạng thái | 5. Bộ khuếch đại     | 6. Điện áp ngoài       |
| 7. Ổn nguồn bên trong     | 8. Điện cực tụ điện  | 9. Tín hiệu ra         |

**Ví dụ:** ứng dụng cảm biến điện dung để phát hiện đế giày cao su màu đen nằm trên băng tải di chuyển (**hình 3.20**); hay kiểm tra số lượng sản phẩm được đóng gói vào thùng giấy cát tông bằng cách phát hiện vật thể qua lớp vật liệu giấy (**hình 3.21**).



**Hình 3.20** Phát hiện đế giày cao su màu đen



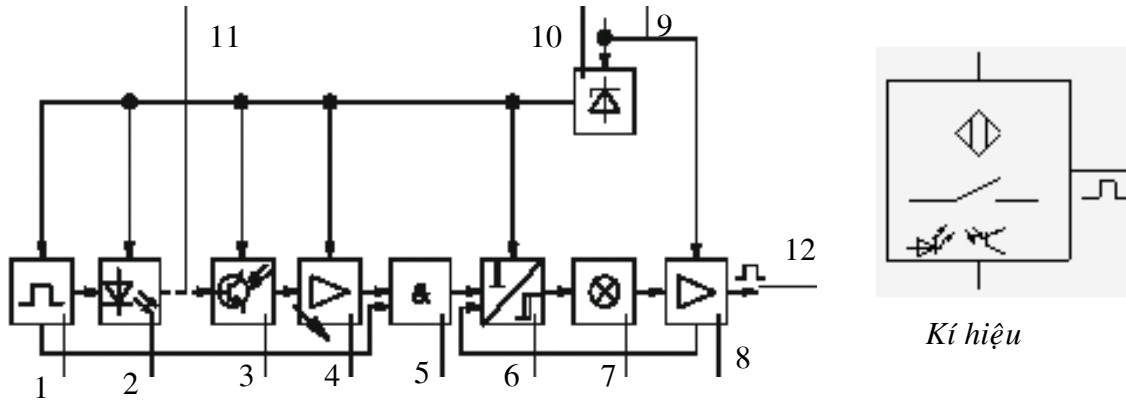
**Hình 3.21** Kiểm tra đóng gói sản phẩm

#### 4.1.4.5. Cảm biến quang học

Nguyên tắc hoạt động của cảm biến quang được mô tả ở **hình 3.22**, gồm 2 bộ phận:

- Bộ phận phát tia hồng ngoại;
- Bộ phận thu tia hồng ngoại.

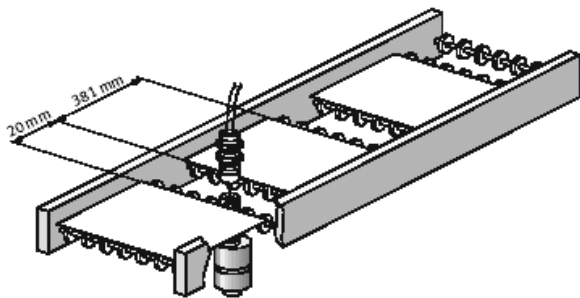
Bộ phận phát sẽ phát ra tia hồng ngoại bằng điôt phát quang và khi gặp vật cản thì tia hồng ngoại được phản xạ lại vào đầu thu. Ở tại bộ phận đầu thu, tia hồng ngoại được phản hồi sẽ được xử lý, khuếch đại trước khi cho tín hiệu ra.



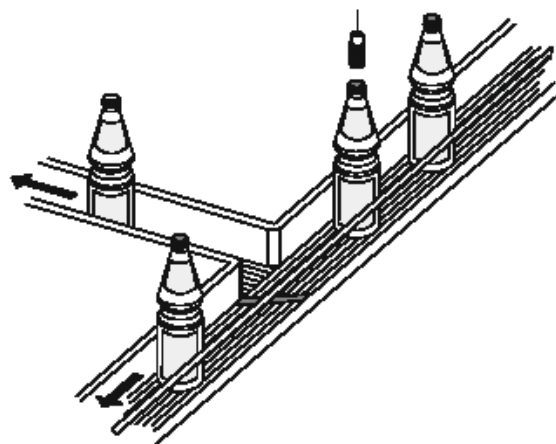
Hình 3.22 Mạch cảm biến quang

- |                        |                           |                     |
|------------------------|---------------------------|---------------------|
| 1. Bộ dao động         | 2. Bộ phận phát           | 3. Bộ phận thu      |
| 4. Khuếch đại sơ bộ    | 5. Xử lý logic            | 6. Chuyển đổi xung. |
| 7. Hiện thị trạng thái | 8. Bảo vệ ngõ ra          | 9. Điện áp ngoài    |
| 10. Ổn nguồn bên trong | 11. Khoảng cách phát hiện | 12. Tín hiệu ra     |

Ví dụ: ứng dụng cảm biến quang để đếm số lượng tấm plastic trên băng tải di chuyển (hình 3.23); hay phân loại các chai có hay không có nắp bít kín miệng chai (hình 3.24).



Hình 3.23 Đếm sản phẩm tấm Plastic

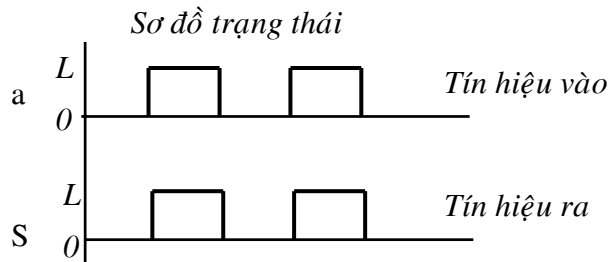
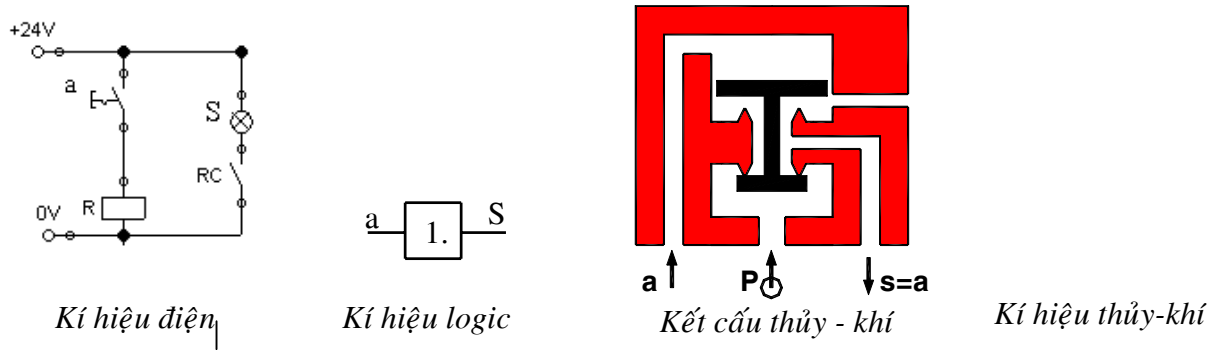


Hình 3.24 Phân loại chai có hay không có nắp

## 4.2. CÁC PHẦN TỬ XỬ LÝ TÍN HIỆU

### 4.2.1. Phần tử YES

Sơ đồ mạch, bảng chân lý, kí hiệu của phần tử YES được trình bày ở hình 3.25



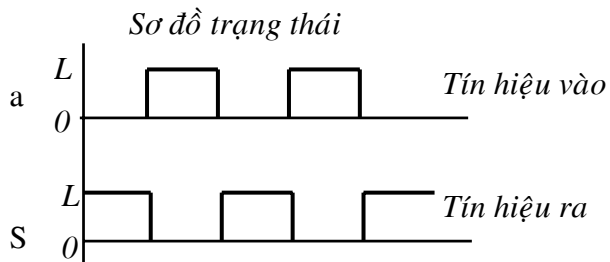
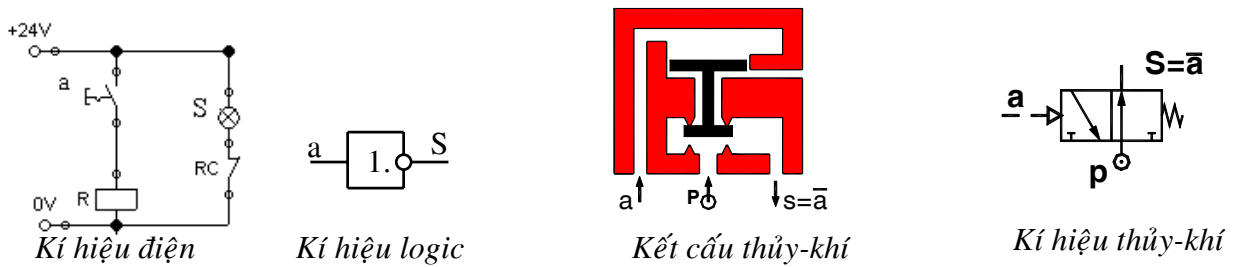
Bảng chân lý

| a | S |
|---|---|
| 0 | 0 |
| L | L |

Hình 3.25 Phần tử logic YES

### 4.2.2. Phần tử NOT

Sơ đồ mạch, bảng chân lý, kí hiệu của phần tử NOT được trình bày ở hình 3.26.



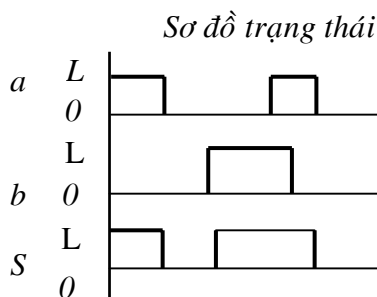
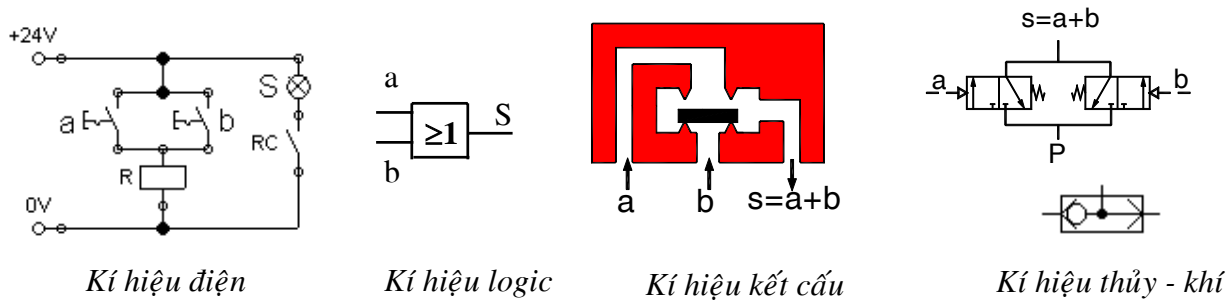
Bảng chân lý

| a | S |
|---|---|
| 0 | L |
| L | 0 |

Hình 3.26 Phần tử logic NOT

**4.2.3. Phần tử OR**

Sơ đồ mạch, bảng chân lý, kí hiệu của phần tử OR được trình bày ở **hình 3.27**.



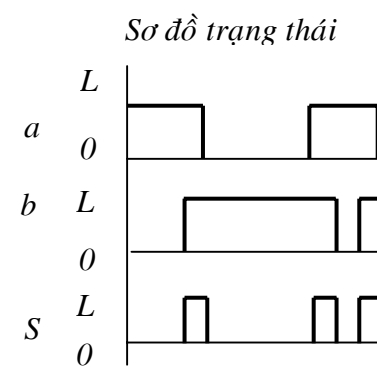
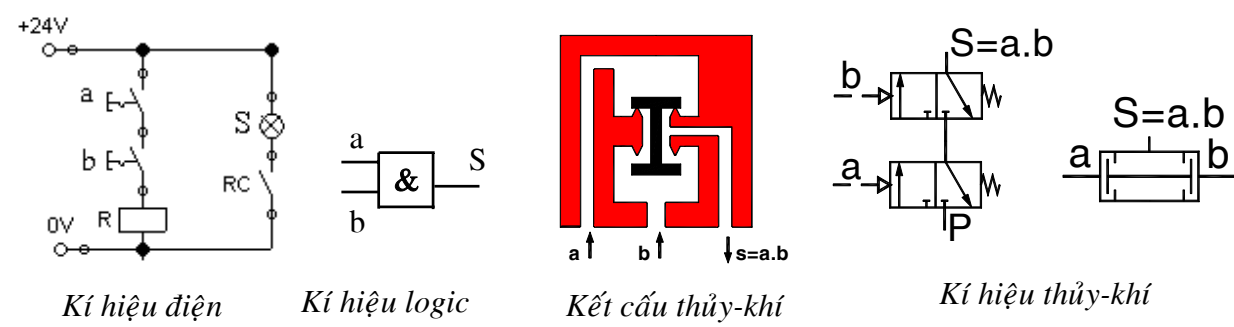
*Bảng chân lý*

| a | b | S |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | L | L |
| L | 0 | L |
| L | L | L |

**Hình 3.27** Phần tử OR

**4.2.4. Phần tử AND**

Sơ đồ mạch, bảng chân lý, kí hiệu của phần tử AND được trình bày ở **hình 3.28**.



*Bảng chân lý*

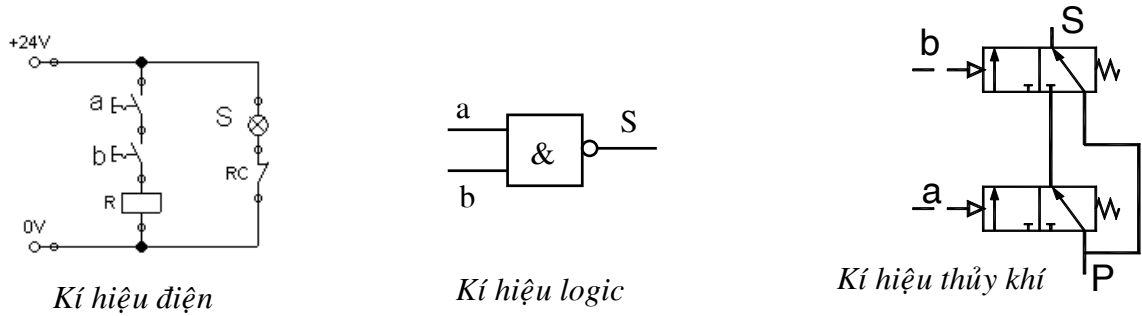
| a | b | S |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | L | 0 |
| L | 0 | 0 |
| L | L | L |

**Hình 3.28** Phần tử AND



**4.2.5. Phần tử NAND**

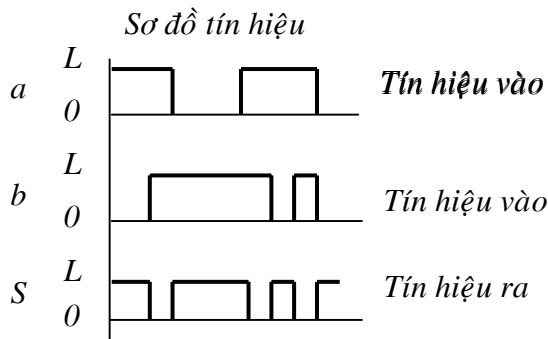
Sơ đồ mạch, bảng chân lý, kí hiệu của phần tử NAND được trình bày ở **hình 3.29**.



Kí hiệu điện

Kí hiệu logic

Kí hiệu thủy khí



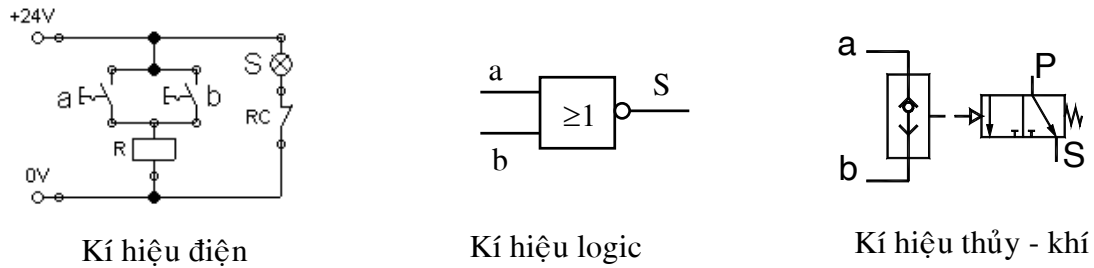
Bảng chân lý

| a | b | S |
|---|---|---|
| 0 | 0 | L |
| 0 | L | L |
| L | 0 | L |
| L | L | 0 |

**Hình 3.29** Phần tử NAND

**4.2.6. Phần tử NOR**

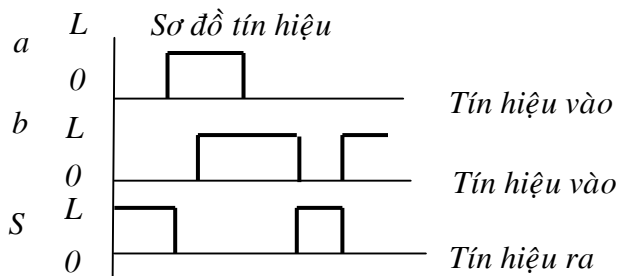
Sơ đồ mạch, bảng chân lý, kí hiệu của phần tử NOR được trình bày ở **hình 3.30**.



Kí hiệu điện

Kí hiệu logic

Kí hiệu thủy - khí



Bảng chân lý

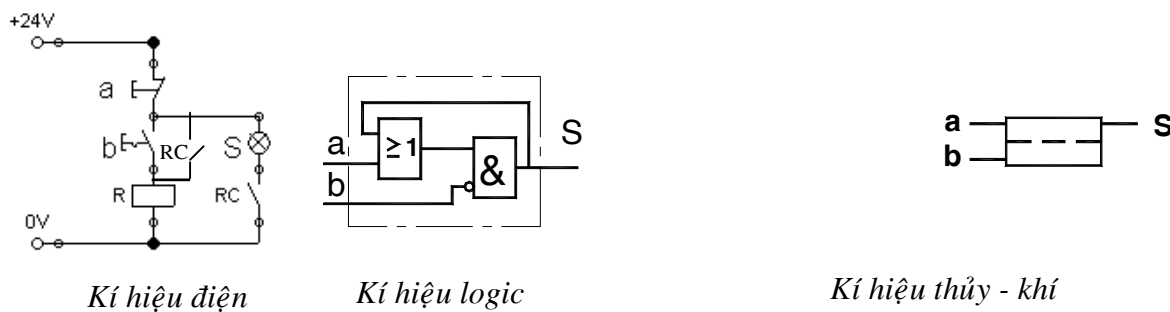
| a | b | S |
|---|---|---|
| 0 | 0 | L |
| 0 | L | 0 |
| L | 0 | 0 |
| L | L | 0 |

**Hình 3.30** Phần tử NOR

**4.2.7. Phần tử nhớ Flip-Flop**

Như chúng đã biết ở các phần tử trước, khi tín hiệu vào dưới dạng xung bị mất thì tín hiệu ra cũng mất luôn. Phần tử này có nhiệm vụ nhớ, có nghĩa là tín hiệu ra vẫn được duy trì cho dù tín hiệu vào không còn nữa.

**Hình 3.31** trình bày sơ đồ mạch, bảng chân lý, kí hiệu của phần tử nhớ 2 cổng vào và một cổng ra.

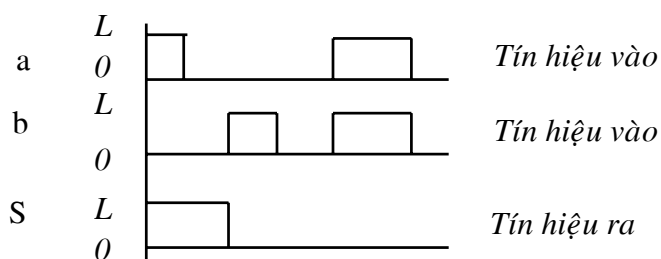


Kí hiệu điện

Kí hiệu logic

Kí hiệu thủy - khí

Sơ đồ trạng thái

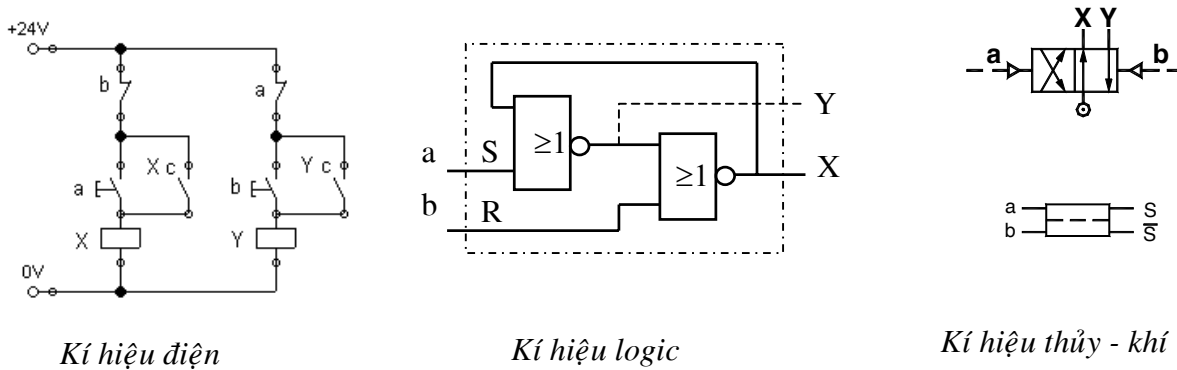


*Bảng chân lý*

| a | b | S         |
|---|---|-----------|
| 0 | 0 | Không đổi |
| 0 | L | L         |
| L | 0 | 0         |
| L | L | 0         |

**Hình 3.32** Phần tử nhớ 2 in / 1 out

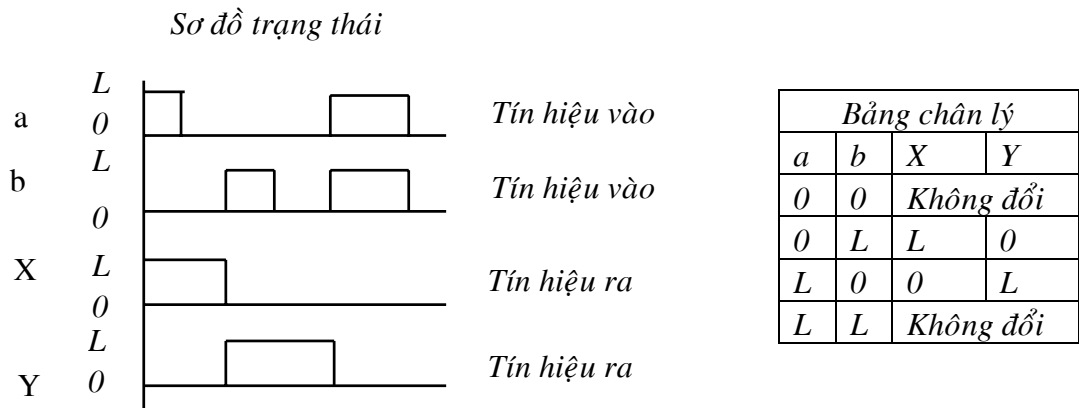
**Hình 3.33** trình bày sơ đồ mạch, bảng chân lý, kí hiệu của phần tử nhớ 2 cổng vào và hai cổng ra.



Kí hiệu điện

Kí hiệu logic

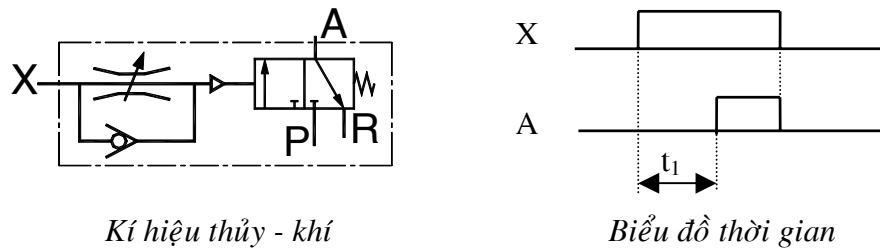
Kí hiệu thủy - khí



**Hình 3.33** Phần tử nhớ 2 in / 2 out

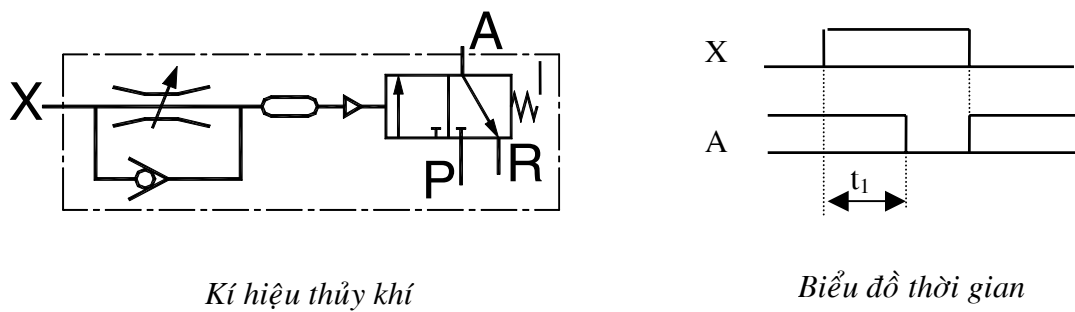
**4.2.8. Phần tử thời gian**

- Phần tử thời gian mở trễ theo chiều dương : biểu đồ thời gian và kí hiệu mô tả ở hình 3.34.



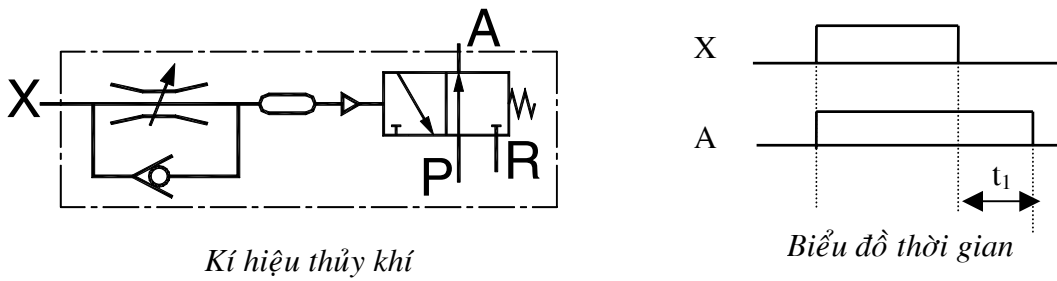
**Hình 3.34** Phần tử thời gian mở trễ theo chiều dương

- Phần tử thời gian ngắt trễ theo chiều dương : biểu đồ thời gian và kí hiệu mô tả ở hình 3.35.



**Hình 3.35** Phần tử thời gian ngắt trễ theo chiều dương

- Phần tử thời gian ngắt trễ theo chiều âm : biểu đồ thời gian và kí hiệu mô tả ở hình 3.36.



**Hình 3.36** Phần tử thời gian ngắt trễ theo chiều âm



## CHƯƠNG 4

# CÁC PHẦN TỬ CHẤP HÀNH

---

- **Động cơ**
  - *Động cơ bánh răng*
  - *Động cơ cánh gạt*
  - *Động cơ pít tông*
- **Xy lanh**
  - *Xy lanh lực*
  - *Xy lanh quay*
  - *Một số xy lanh đặc biệt*
- **Bài tập**

### 4.1. ĐỘNG CƠ

Động cơ có nhiệm vụ biến đổi năng lượng thế năng hay động năng của lưu chất thành năng lượng cơ học – chuyển động quay.

Đại lượng đặc trưng của động cơ là độ lớn của mô men xoắn đối với hiệu áp suất ở đường vào và đường ra xác định với lượng lưu chất cần tiêu thụ trong một vòng quay  $q$ , l/ph.

Nếu động cơ được cấp một lưu lượng  $Q$ , l/ph thì vận tốc quay của nó được tính theo công thức:

$$n = \frac{Q}{q} \eta_v, \quad \text{vg / ph} \quad (4.1)$$

Công suất mà áp suất lưu chất cung cấp cho động cơ được tính theo công thức:

$$N_0 = \frac{Q(p_1 - p_2)}{612}, \quad kW \quad (4.2)$$

Công suất trên trục động cơ:

$$N = N_0 \cdot \eta = \frac{Q(p_1 - p_2)}{612} \eta, \quad kW \quad (4.3)$$

Mômen xoắn trên trục quay:

$$M = 975 \frac{N}{n} = \frac{975 Q (p_1 - p_2) q}{612 Q \eta_v} \eta_c = 1,59 q (p_1 - p_2) \eta_c \eta_{tl}, \quad kGm \quad (4.4)$$

Hệ số có ích của bơm:

$$\eta = \eta_v \eta_{tl} \eta_c \quad (4.5)$$

$\eta, \eta_v, \eta_{tl}, \eta_c$  - hệ số có ích của bơm, hệ số có ích thể tích, hệ số có ích thủy lực, hệ số có ích cơ khí.

$p_1, p_2$  – áp suất ở đường vào và đường ra ống.

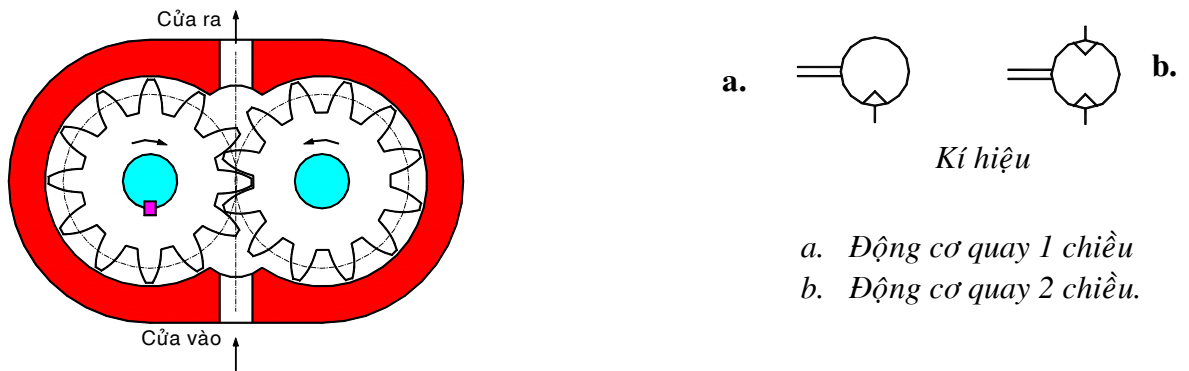
$$\eta_v = \frac{Q_T}{Q} \quad (4.6)$$

$Q_T$  - lưu lượng thực tế;

$Q$  – lưu lượng lý thuyết.

#### 4.1.1. Động cơ bánh răng (gear motor)

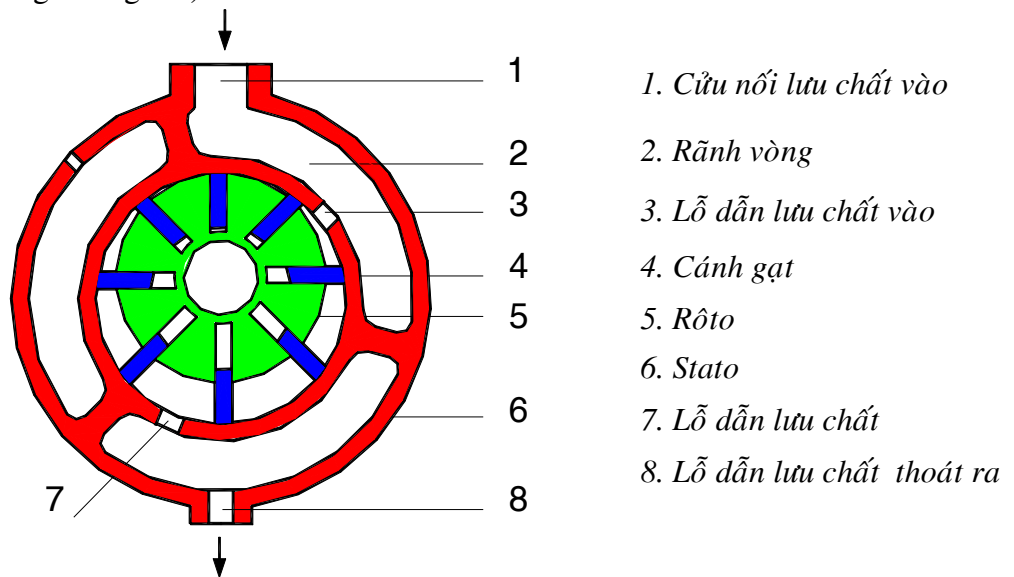
Động cơ bánh răng được phân thành 3 loại: động cơ bánh răng thẳng, động cơ bánh răng nghiêng, động cơ bánh răng chữ V (hình 4.1).



**Hình 4.1** Động cơ bánh răng

**4.1.2. Động cơ cánh gạt (rotate motor)**

Nguyên lý hoạt động của động cơ cánh gạt (**hình 4.2**): lưu chất được dẫn vào cửa 1, qua rãnh vòng 2 vào lỗ dẫn lưu chất 3. Dưới tác dụng áp suất lên cánh gạt, rôto quay. Lưu chất được thải ra ngoài bằng lỗ 8 (nếu là dầu thì lỗ 8 được nối về bể dầu, còn khí nén thì thải ra môi trường không khí).



**Hình 4.2** Động cơ cánh gạt

**4.1.3. Động cơ pít tông ( Piston motor)**

Động cơ pít tông có khả năng làm kín tốt hơn so với bơm cánh gạt và bánh răng, bởi vậy động cơ pít tông được sử dụng rộng rãi trong các hệ thống thủy – khí làm việc ở áp suất cao.

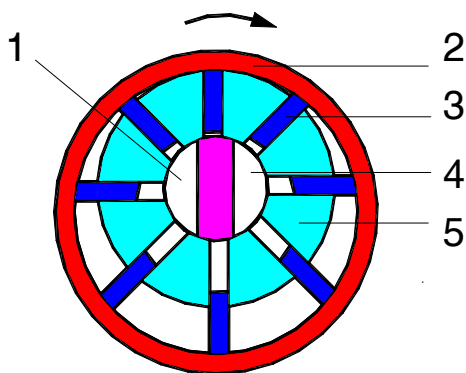
Phụ thuộc vào vị trí của pít tông đối với rôto, có thể phân biệt động cơ hướng kính và hướng trục.

**4.1.3.1. Động cơ pít tông hướng kính**

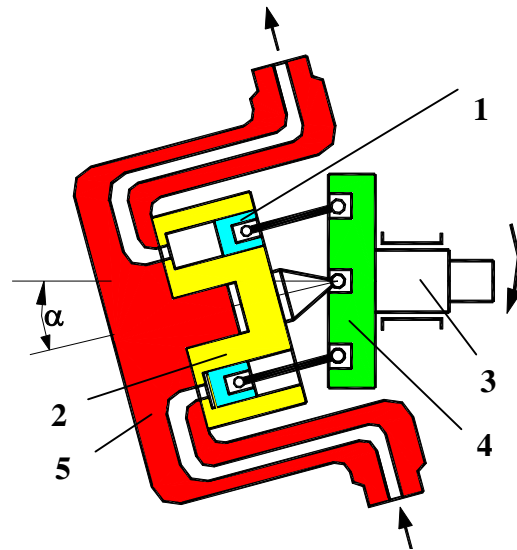
Nguyên lý làm việc của động cơ pít tông hướng kính được mô tả **hình 4.3**: lưu chất vào khoang 4 tác động áp suất lên pít tông 3. Do rôto 5 lệch tâm với stato 2, nên làm cho rôto 5 quay tròn và lưu chất được thải ra qua khoang 1.

**4.1.3.2. Động cơ pít tông hướng trục**

Nguyên lý làm việc của động cơ pít tông hướng trục được mô tả **hình 4.4**: Các pít tông (1) dịch chuyển song song với trục của rôto và được dịch chuyển dưới áp suất của lưu chất ở cửa vào tác động lên đáy pít tông. Khi pít tông dịch chuyển tạo cho rôto (2) quay xung quanh stato (5) và do rôto được nối đĩa trục quay (4) tạo ra chuyển động quay ở trục (3).



**Hình 4.3** Động cơ pít tông hướng kính



**Hình 4.4** Động cơ pít tông hướng trục



**Hình 4.5** Hình dáng Động cơ cánh gạt



**Hình 4.6** Động cơ pít tông hướng kính

**Ví dụ:**

Một động cơ dầu có thể tích trong một vòng quay là  $300\text{cm}^3$  và tốc độ quay 200 rev/min với tổn thất áp suất là 200 bar. Hiệu suất thể tích là 90% và hiệu suất cơ khí là 95%. Tính công suất của động cơ.



- Hiệu suất chung của động cơ :

$$\eta_0 = 0.9 * 0.95 = 0.855$$

- Lưu lượng lý thuyết cung cấp cho động cơ là:

$$Q_t = \frac{300}{1000} * 200 = 60 \text{ l/min}$$

- Lưu lượng thật của lưu chất vào động cơ:

$$Q_m = 60 / \eta_v = 60 / 0.9 = 66.7 \text{ l/min}$$

- Mômen lý thuyết là:  $T_t = D_m P_m / 2\pi$

$$T_t = \frac{D_m P_m}{2\pi} = \frac{300 * 10^{-6} * 200 * 10^5}{2\pi} = 955 \text{ Nm}$$

- Mô men thực tế:

$$T_m = T_t * \eta_t = 955 * 0.95 = 907 \text{ Nm}$$

- Công suất thực tế đầu ra:

$$\begin{aligned} H_m &= 2\pi * n_m * T \\ &= 2\pi * \left(\frac{200}{60}\right) * 907 = 18996 \text{ Nm/s} = 19 \text{ kW} \end{aligned}$$

Ta có thể tính toán bằng cách khác:

- Công suất đầu ra lý thuyết của động cơ:

$$H_t = \frac{Q * P}{600} = \frac{66.7 * 200}{600} = 22.23 \text{ kW}$$

- Công suất đầu ra thực của động cơ:

$$H_m = H_t * \eta_0 = 22.23 * 0.855 = 19 \text{ kW}$$

## 4.2. XY LẠNH

Xy lạnh có nhiệm vụ biến đổi năng lượng thế năng hay động năng của lưu chất thành năng lượng cơ học – chuyển động thẳng hoặc chuyển động quay( góc quay <360°).

Thông thường xy lạnh được lắp cố định, pít tông chuyển động. Một số trường hợp có thể pít tông cố định, xy lạnh chuyển động.

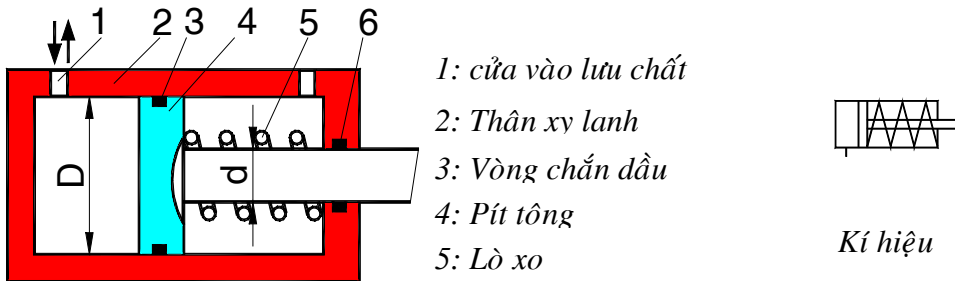
Pít tông bắt đầu chuyển động khi lực tác động một trong hai phía của nó( lực áp suất, lò xo hoặc cơ khí) lớn hơn tổng các lực cản có hướng ngược lại chiều chuyển động ( lực ma sát, phụ tải, lò xo, thủy động, lực ì...).

Xy lạnh lực được chia làm hai loại: xy lạnh lực và xy lạnh quay. Trong xy lạnh lực, chuyển động tương đối giữa pít tông với xy lạnh là chuyển động tịnh tiến. Trong xy lạnh quay chuyển động giữa pít tông với xy lạnh là chuyển động quay. Góc quay thường nhỏ hơn 360°.

### 4.2.1. Xy lanh lực

#### 4.2.1.1. Xy lanh tác dụng đơn

Áp lực tác động vào xy lanh đơn chỉ ở một phía, phía ngược lại là do lò xo tác động hoặc là ngoại lực tác động (hình 4.7).



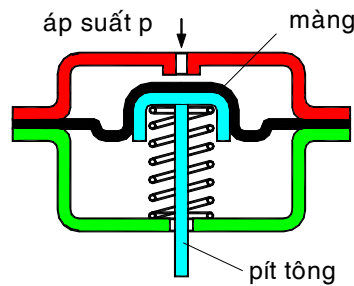
Hình 4.7 Xy lanh tác dụng đơn

#### 4.2.1.2. Xy lanh màng

Xy lanh màng hoạt động như xy lanh tác dụng đơn (hình 4.8).

Xy lanh màng có hành trình dịch chuyển lớn nhất ( $h_{max} = 80$ ) nên được dùng trong điều khiển, ví dụ trong công nghiệp ô tô (điều khiển thắng, li hợp...), trong công nghiệp hóa chất (đóng mở van).

Chú ý: xy lanh màng chỉ được sử dụng trong điều khiển khí nén.



Hình 4.8 Xy lanh màng

Tính toán lực đẩy của pít tông:

$$F = A \cdot p_g - F_f - F_s \tag{4.7}$$

Trong đó:

- |                                                  |                                                                                                     |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| F [N]                                            | lực tác dụng lên pít tông                                                                           |
| $A = \frac{D^2 \cdot \pi}{4}$ [cm <sup>2</sup> ] | Diện tích pít tông                                                                                  |
| D [cm]                                           | Đường kính pít tông                                                                                 |
| $p_g$ [bar]                                      | Áp suất khí nén trong xy lanh                                                                       |
| $F_f$ [N]                                        | Lực ma sát, phụ thuộc vào chất lượng bề mặt giữa pít tông và xy lanh, vận tốc chuyển động pít tông, |

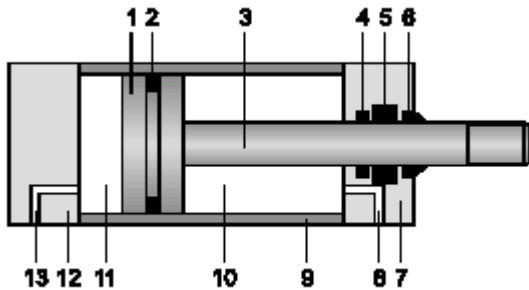
loại vòng đệm.

Lực cản lò xo.

$F_s$  [N]

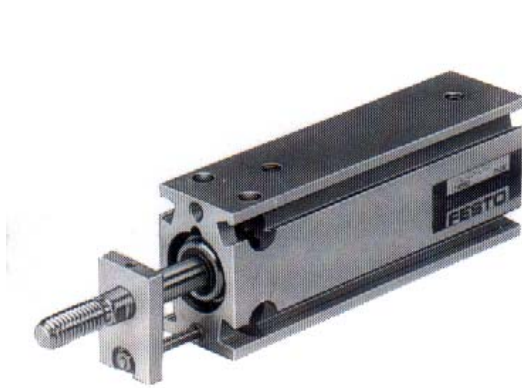
**4.2.1.3. Xy lanh tác dụng kép**

Áp lực tác động vào xy lanh kép theo hai phía (**hình 4.9**).

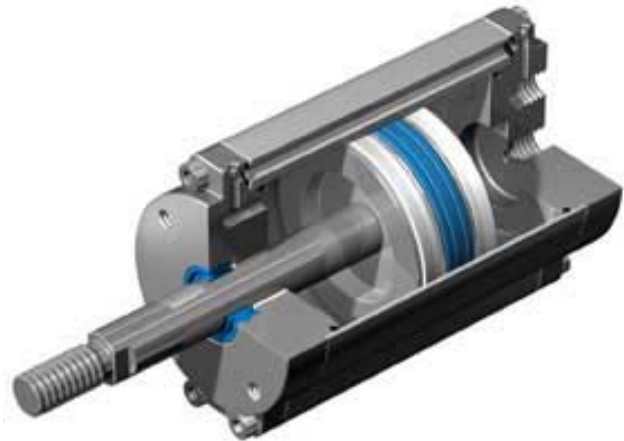


- |                   |                     |
|-------------------|---------------------|
| 1. Piston         | 7. Nắp xy lanh      |
| 2. Đệm kín piston | 8, 13. Cửa lưu chất |
| 3. Trục piston    | 9. Thân xy lanh     |
| 4. Dẫn hướng trục | 10. Buồng trục      |
| 5. Đệm kín trục   | 11. Buồng piston    |
| 6. vòng chắn bụi  | 12. Đế xy lanh      |

**Hình 4.9** Xy lanh tác động kép



**Hình 4.11** Xy lanh khí nén  
Có trục dẫn hướng



**Hình 4.10** Hình cắt không gian của xy lanh khí nén

Nếu không tính đến lực ma sát, lực chuyển động trên cần pít tông được tính theo công thức:

$$F = p.A \tag{4.8}$$

P – áp suất chất lỏng;

A – diện tích làm việc của pít tông.

Diện tích làm việc của pít tông phía khoang pít tông được tính theo:

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \tag{4.9}$$

D – đường kính của pít tông đồng thời cũng là đường kính trong của xy lanh.

Đối với khoang cần, diện tích làm việc của pít tông được tính theo công thức:

$$A = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \tag{4.10}$$

d – đường kính cần pít tông.

Thể tích làm việc của xy lanh được tính theo công thức:

$$V = A.H = \frac{F}{p} H \tag{4.11}$$

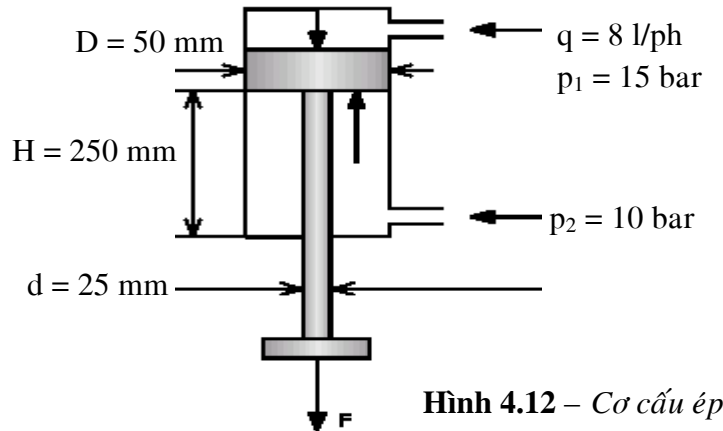
H – là khoảng chạy của pít tông.

Vận tốc chuyển động của pít tông phụ thuộc vào lưu lượng Q và diện tích làm việc F của pít tông. Nếu không kể đến rò rỉ:

$$v = \frac{Q}{A} \tag{4.12}$$

**Ví dụ:**

Cho cơ cấu ép thủy lực như **hình 4.12**. Hãy tính Lực tác dụng (F) và thời gian (t) của hành trình ép.



**Giải:**

1. Gọi F là lực tác dụng lên piston.

Phương trình cân bằng lực:

$$\vec{F} + \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0$$

Suy ra:

$$\begin{aligned} F &= F_1 - F_2 \\ &= \frac{\pi D^2}{4} p_1 - \left( \frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4} \right) p_2 \\ &= \frac{5\pi D^2}{4} + \frac{10\pi d^2}{4} = \frac{5\pi(0.05)^2}{4} + \frac{10\pi(0.025)^2}{4} = 1470(N) \end{aligned}$$

2. Thời gian t của hành trình ép.

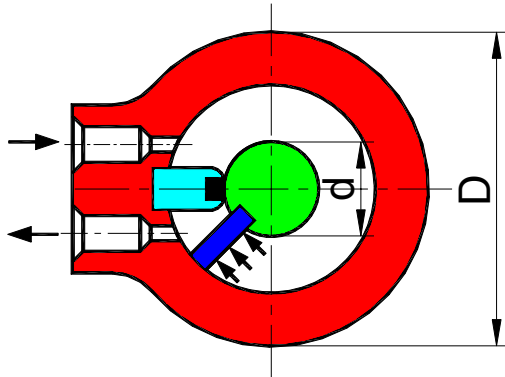
Gọi v là vận tốc của piston ép

Ta có:  $Q = v.A_1 = \frac{L}{t} A_1$

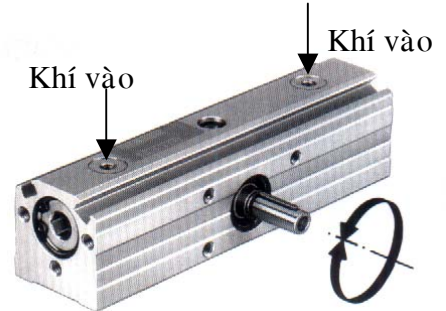
Suy ra:  $t = \frac{L * A_1}{Q} = \frac{2.5 * \pi * (0.05)^2 * 60}{8 * 4} = 3.68(s)$

**4.2.1.4. Xy lanh quay**

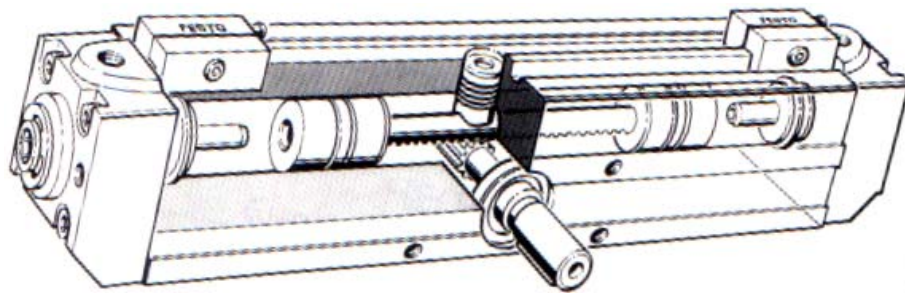
Xy lanh quay có khả năng tạo mômen quay rất lớn. Góc quay phụ thuộc vào số cánh gạt của trục. Đối với xy lanh có một cánh gạt, góc quay có thể đạt 270 – 280<sup>0</sup> (hình 4.12).



**Hình 4.12** xy lanh quay thủy



**Hình 4.13** Xy lanh quay khí



**Hình 4.14** Kết cấu xy lanh quay khí nén

Giá trị lý thuyết mômen quay M và vận tốc góc trên trục xy lanh có thể tính theo công thức:

$$M = P \cdot R = \Delta p \cdot F \cdot R = \frac{\Delta p (D - d) b}{2} \cdot \frac{D + d}{4} = \frac{\Delta p \cdot b}{8} \cdot (D^2 - d^2) \quad (4.13)$$

$$\omega = \frac{8Q}{b(D^2 - d^2)} \quad (4.14)$$

Trong đó:

P – lực áp suất tác động lên cánh gạt;

R – khoảng cách từ trọng tâm diện tích làm việc của cánh gạt đến tâm quay;

$\Delta p$  – chênh lệch áp suất giữa hai phía cánh gạt;

- F – diện tích làm việc của cánh gạt;
- D – đường kính trong của xy lanh;
- d – đường kính của trục lắp cánh gạt;
- b – chiều rộng cánh gạt ( theo chiều dài xy lanh).

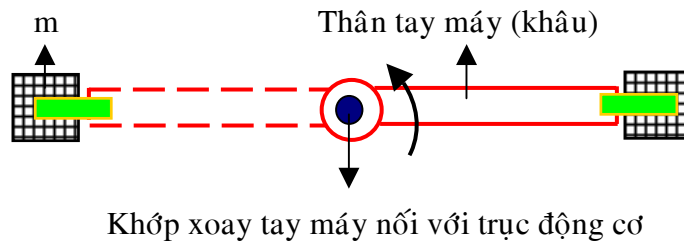
Nếu sử dụng nhiều cánh gạt thì mô men quay sẽ tăng với số lần bằng số cánh gạt, nhưng góc quay sẽ giảm với số lần như thế.

$$M = \frac{Z \cdot \Delta p \cdot b}{8} \cdot (D^2 - d^2) \qquad \omega = \frac{8Q}{Z \cdot b (D^2 - d^2)}$$

Z – số cánh gạt.

**Ví dụ:**

Một tay máy một khâu dùng để gấp sản phẩm có khối lượng m = 100 kG từ một băng tải này sang một băng tải khác với góc quay là 180°. Chiều dài của cánh tay L = 750mm, trọng lượng của cánh tay m<sub>r</sub> = 25kG. Cho biết sử dụng xy lanh quay thủy lực với các thông số: D = 100mm; d = 35mm; b = 80mm. Độ chênh áp suất dầu giữa các cánh gạt là bao nhiêu?



**Giải:**

- Trọng lượng của khối lượng m:  
 $P_m = mg = 100 * 9.81 = 981 \text{ N}$
- Trọng lượng của thân tay máy :  
 $P_t = m_t g = 25 * 9.81 = 245.25 \text{ N}$
- Mômen trục quay  
 $M = L * m + m_t * L / 2$   
 $= 0.75 * 981 + 0.375 * 245.25$   
 $= 827.72 \text{ Nm}$
- Độ chênh áp được xác định:

$$\Delta p = \frac{8M}{Z * b * (D^2 - d^2)} = \frac{8 * 827.72}{2 * 0.08 * [(0.1)^2 - (0.035)^2]} = 47.2 \text{ bar}$$

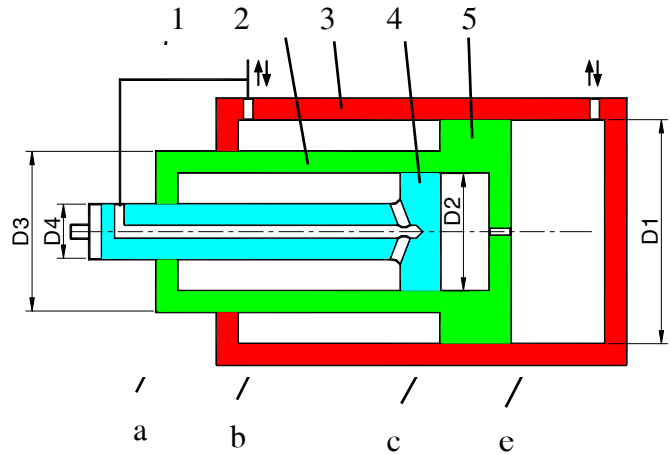
**4.3. MỘT SỐ XY LẠNH ĐẶC BIỆT.**

**4.3.1. Xy lanh lồng**

Xy lanh lồng là một loại xy lanh lực gồm nhiều xy lanh và pít tông lồng đồng tâm với nhau. Khoảng chạy của xy lanh lồng là bằng tổng khoảng chạy của các pít tông.

Xy lanh được sử dụng trong các trường hợp cần khoảng chạy lớn nhưng không gian không cho phép lắp đặt một xy lanh dài.

**Hình 4.15** sơ đồ kết cấu xy lanh lồng hai xy lanh. Khoang trong của cần 2 piston lớn 5 là xy lanh của piston 4. Cần 1 của piston 4 nối với phụ tải. Khi cấp chất lỏng có áp suất vào khoang phải e xy lanh 3, chất lỏng sẽ đồng thời đi qua lỗ 6 vào khoang c của xy lanh bé 2. Do tác động của chất lỏng có áp suất, cả hai piston 4 và 5 sẽ chuyển động sang trái.



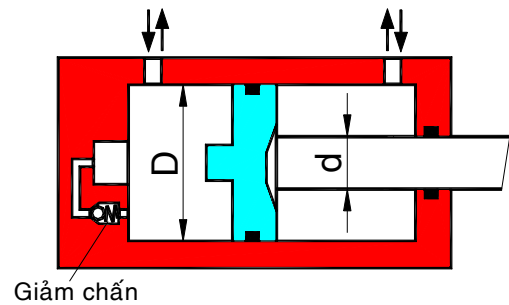
**Hình 4.15** Xylanh lồng

**4.3.2 Xylanh có hãm cuối khoảng chạy**

Ở giai đoạn cuối khoảng chạy, khi piston chạm lên bề mặt đầu của xy lanh có thể gây ra va đập nếu vận tốc dịch chuyển của piston lớn, đặc biệt đối với những piston xy lanh có khối lượng lớn. Để tránh hiện tượng này, ở cuối hành trình piston một số xy lanh được lắp đặt thêm phần tử giảm chấn ở cuối hành trình (**hình 4.16**).

**4.3.3. Xylanh có vị trí piston trung gian.**

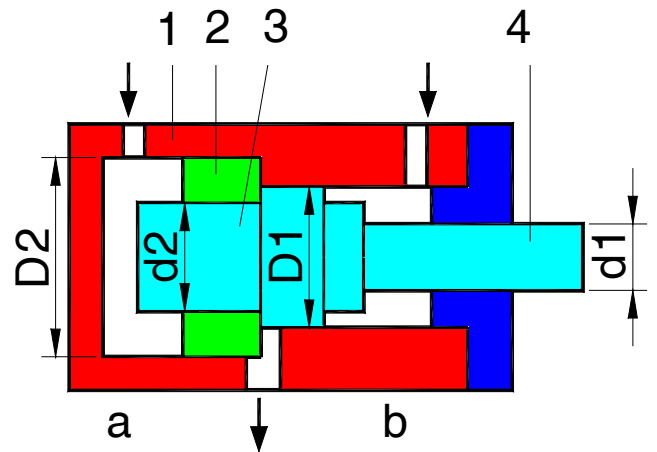
**Hình 4.17** sơ đồ kết cấu xy lanh có vị trí trung gian của piston. Xylanh có hai piston, piston thứ nhất có đường kính  $D_1$ , nối với cần 4, còn piston thứ hai có đường kính  $D_2$  trượt tự do trong xy lanh 1 và trên cần 5. Khi cấp chất lỏng vào khoang a; ở giai đoạn đầu của chuyển động,



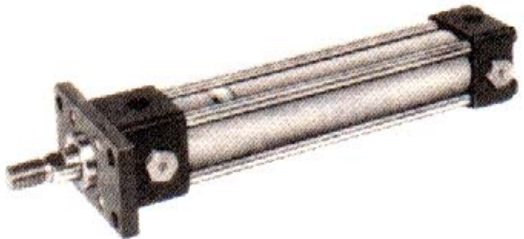
**Hình 4.16** Xylanh có giảm chấn

$$F_2 = \frac{\pi D_2^2}{4}; \quad f_2 = \frac{\pi d_2^2}{4}; \quad F_1 = \frac{\pi(D_1^2 - d_1^2)}{4};$$

diện tích làm việc của piston là  $F_2$ ; sau khi piston 2 dịch chuyển đến cỡ của xy lanh, diện tích làm việc sẽ còn là  $f_2$ . Khi cấp chất lỏng vào khoang b, diện tích làm việc là  $F_1$ .



**Hình 4.17** Xylanh có vị trí trung gian của piston.



**Hình 4.18** Hình dáng xy lanh thủy lực

**BÀI TẬP CHƯƠNG 4**

**Bài 1:**

Cho cơ cấu xy lanh truyền lực như hình BT4.1

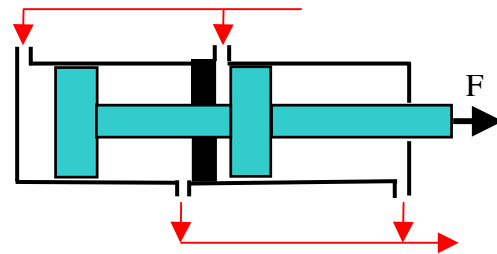
Với:  $Q = 16\text{l/min}$

$D = 120\text{mm}$

$d = 40\text{mm}$

$p = 25\text{ bar}$

1. Xác định lực tác dụng lên piston.
2. Xác định vận tốc của cần piston.



Hình BT4.1

**Bài 2:**

Cho xy lanh truyền lực có piston bậc như hình BT4.2

Với:  $Q = 25\text{l/min}$

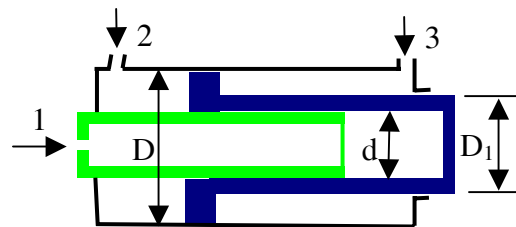
$D = 160\text{mm}$

$d = 80\text{mm}$

$D_1 = 100\text{mm}$

$p = 35\text{ bar}$

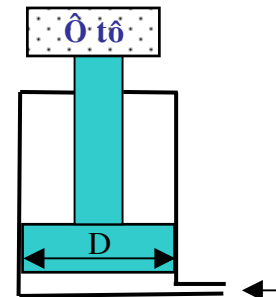
1. Xác định vận tốc và lực đẩy của piston trong các trường hợp sau:
  - Khi cấp chất lỏng vào cửa số 1
  - Khi cấp chất lỏng vào cửa số 2
  - Khi cấp chất lỏng vào cửa số 1 và 2
  - Khi cấp chất lỏng vào cửa số 3
2. Đưa ra nhận xét.



Hình BT4.2

**Bài 3:**

Người ta dùng một xy lanh thủy lực để nâng một chiếc ô tô (hình BT4.3) có trọng lượng 1000 kG lên khỏi mặt đất để bảo dưỡng với vận tốc nâng là 800mm/min. Cho đường kính của piston  $D = 0.25\text{m}$ . Xác định áp suất và lưu lượng của dầu tác dụng.



Hình BT4.3

**Bài 4:**

Một xy lanh thủy lực có đường kính xy lanh 200mm và đường kính piston 140mm. Vận tốc piston duỗi ra là 5m/min, tính:

1. Giá trị lưu lượng cung cấp ( $Q_E$ )
2. Giá trị lưu lượng của buồng xả khi duỗi ( $q_E$ )
3. Vận tốc giật lùi của piston với lưu lượng  $Q_E$
4. Giá trị lưu lượng buồng xả giật lùi ( $Q_R$ )



## CHƯƠNG V

# CÁC PHẦN TỬ ĐIỀU KHIỂN - ĐIỀU CHỈNH

---

- **Cơ cấu chỉnh áp**
  - *Van an toàn*
  - *Van tràn*
  - *Van điều chỉnh áp suất*
  - *Role áp suất*
- **Cơ cấu chỉnh lưu**
  - *Van tiết lưu*
  - *Bộ ổn tốc*
- **Cơ cấu chỉnh hướng**
  - *Van một chiều*
  - *Van đảo chiều*
  - *Van tuyến tính*

Trong hệ thống điều khiển khí nén – thủy lực, ngoài cơ cấu biến đổi năng lượng, phần tử đưa tín hiệu và xử lý tín hiệu ra, còn có nhiều cơ cấu điều khiển và điều chỉnh làm các nhiệm vụ khác nhau. Tùy thuộc vào nhiệm vụ của hệ thống mà các cơ cấu này chia ra làm 3 loại chủ yếu:

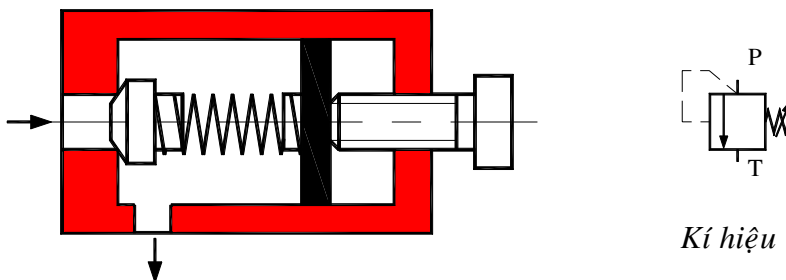
- Cơ cấu chỉnh áp
- Cơ cấu chỉnh lưu lượng
- Cơ cấu chỉnh hướng

### 5.1. CƠ CẤU CHỈNH ÁP

Cơ cấu chỉnh áp dùng để điều chỉnh áp suất, có thể cố định hoặc tăng hoặc giảm trị số áp suất trong hệ thống truyền động khí nén – thủy lực. Cơ cấu chỉnh áp có các loại phần tử sau:

#### 5.1.1. Van an toàn

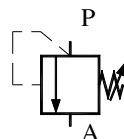
Van an toàn có nhiệm vụ giữ áp suất lớn nhất mà hệ thống có thể tải. Khi áp suất lớn hơn áp suất cho phép của hệ thống thì dòng áp suất lưu chất sẽ thắng lực lò xo, và lưu chất sẽ theo cửa T ra ngoài không khí nếu là khí nén, còn là dầu thì sẽ chảy về lại thùng chứa dầu (hình 5.1).



Hình 5.1 Van an toàn

#### 5.1.2. Van tràn

Nguyên tắc hoạt động của van tràn tương tự như van an toàn. Chỉ khác ở chỗ khi áp suất cửa P đạt đến giá trị xác định, thì cửa P nối với cửa A, nối với hệ thống điều khiển (hình 5.2).

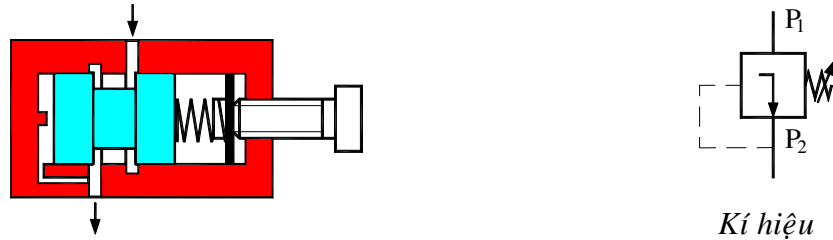


Hình 5.2 Kí hiệu van tràn

#### 5.1.3. Van điều chỉnh áp suất ( van giảm áp)

Trong một hệ thống điều khiển khí nén & thủy lực một bơm tạo năng lượng phải cung cấp năng lượng cho nhiều cơ cấu chấp hành có áp suất khác nhau. Trong trường hợp

này ta phải cho bơm làm việc với áp suất lớn nhất và dùng van giảm áp đặt trước cơ cấu chấp hành để giảm áp suất đến một trị số cần thiết.



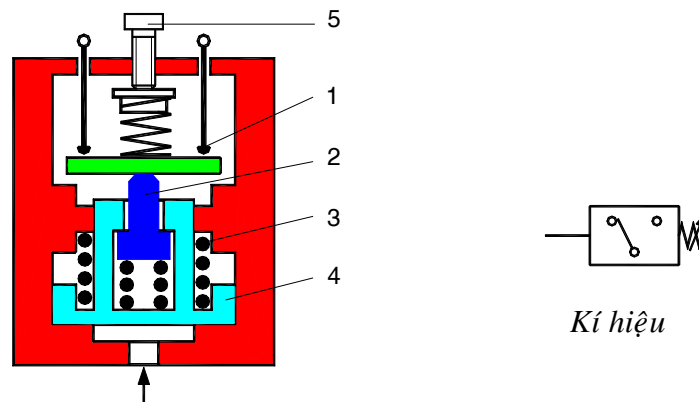
Hình 5.3 Van giảm áp

**5.1.4. Role áp suất.**

Role áp suất thường dùng trong hệ thống khí nén – thủy lực của các máy tự động và bán tự động. Phần tử này được dùng như là một cơ cấu phòng quá tải, tức là có nhiệm vụ đóng hoặc mở các công tắc điện, khi áp suất trong hệ thống vượt quá giới hạn nhất định và do đó làm ngưng hoạt động của hệ thống. Vì đặc điểm đó nên phạm vi sử dụng của role áp suất được dùng rất rộng rãi, nhất là trong phạm vi điều khiển.

Nguyên lý hoạt động, cấu tạo và kí hiệu của role áp suất mô tả ở hình 5.4.

Trong hệ thống điều khiển điện - khí nén, role áp suất có thể coi là phần tử chuyển đổi tín hiệu khí nén – điện. Trong thủy lực nó là phần tử chuyển đổi tín hiệu dầu – điện.



Hình 5.4 Role áp suất

**5.2. CƠ CẤU CHỈNH LƯU**

Cơ cấu chỉnh lưu lượng để xác định lượng lưu chất chảy qua nó trong một đơn vị thời gian và như vậy sẽ làm thay đổi vận tốc dịch chuyển của cơ cấu chấp hành trong hệ thống lưu chất làm việc với bơm tạo năng lượng với lưu lượng cố định.

**5.2.1. Van tiết lưu**

Van tiết lưu điều chỉnh lưu lượng lưu chất. Van tiết lưu có thể đặt ở đường vào hoặc đường ra của cơ cấu chấp hành. **Hình 5.5** mô tả van tiết lưu được lắp ở đường ra của xy lanh dầu.

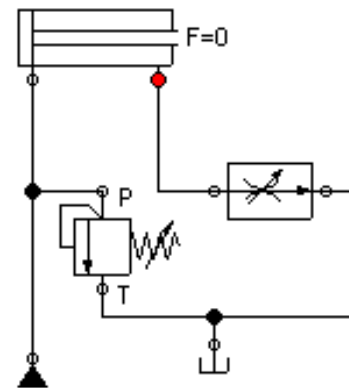
Lưu lượng chảy qua một khe hở có tiết diện chảy là  $A_x$  và hiệu áp:  $\Delta p = p_2 - p_3$  được tính theo công thức:

Đối với dầu:

$$Q = \mu \cdot A_x \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho_1}} \tag{5.1}$$

Đối với khí nén:

$$Q = \varepsilon \cdot \mu \cdot A_x \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho_1}} \tag{5.2}$$



**Hình 5.5**

Trong đó:

- $\mu$  - Hệ số lưu lượng;
- $\rho_1$  - Khối lượng riêng của khí, dầu [Kg/m<sup>3</sup>]
- $\varepsilon$  - Hệ số giãn nở của khí
- $A_x$  - Tiết diện khe hở của van [m<sup>2</sup>]
- $\Delta p$  - Áp suất trước và sau khe hở [N/m<sup>2</sup>]

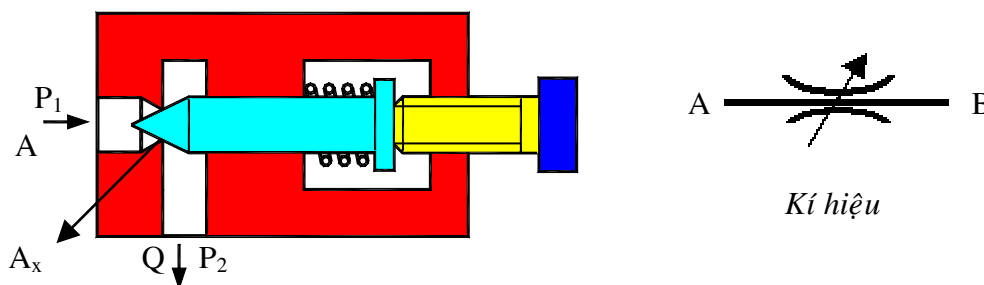
**5.2.1.1. Van tiết lưu có tiết diện thay đổi**

Lưu lượng dòng chảy qua khe hở của van có tiết diện không thay đổi, được kí hiệu như trên **hình 5.6**



**Hình 5.6** Kí hiệu van tiết lưu có tiết diện không thay đổi

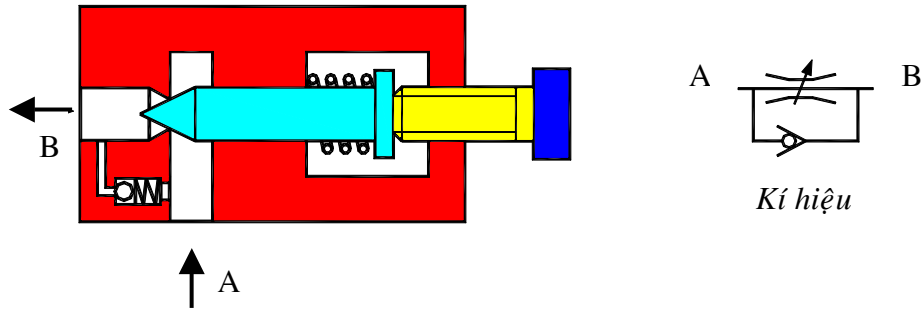
Van tiết lưu có tiết diện thay đổi điều chỉnh dòng lưu lượng qua van. **Hình 5.7** mô tả nguyên lý hoạt động và kí hiệu van tiết lưu có tiết diện thay đổi, tiết lưu được cả hai chiều, dòng lưu chất đi từ A qua B và ngược lại.



**Hình 5.7** Van tiết lưu 2 chiều

**5.2.1.2. Van tiết lưu một chiều điều chỉnh bằng tay.**

Hình 5.8 trình bày nguyên lý và kí hiệu của van tiết lưu một chiều. Dòng lưu chất sẽ đi từ A qua B còn chiều ngược lại thì van một chiều bị mở ra dưới tác dụng của áp suất dòng lưu chất, do đó chiều này không đảm bảo được tiết lưu.

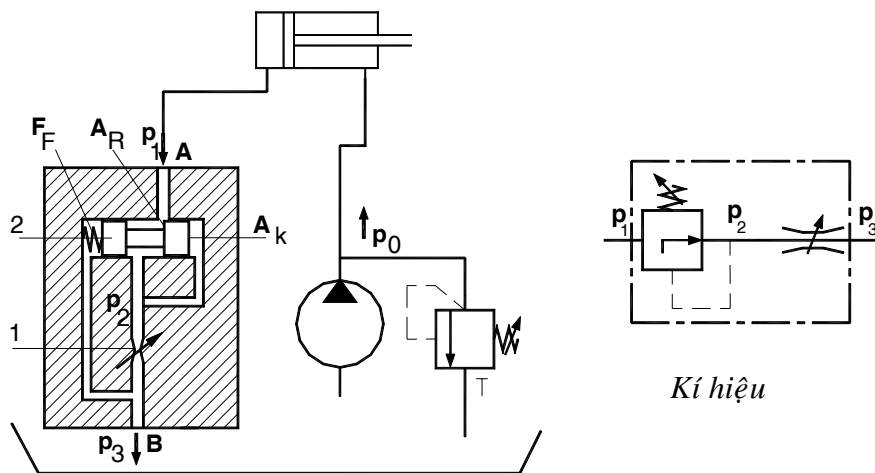


**Hình 5.8** Van tiết lưu 1 chiều

**5.2.2. Bộ ổn tốc**

Bộ ổn tốc là cơ cấu đảm bảo hiệu áp không đổi khi giảm áp, do đó đảm bảo một lưu lượng không đổi khi chảy qua van, tức là làm cho vận tốc dịch chuyển của pittông xilanh gần như không đổi.

Kết cấu của bộ ổn tốc gồm một van giảm áp và một van tiết lưu (hình 5.9).



**Hình 5.9** Bộ ổn tốc

Điều kiện để bộ ổn tốc có thể làm việc là:

$$p_0 > p_1 > p_2 > p_3$$

và phương trình cân bằng lực trên nòng van 2 được viết như sau:

$$p_2 \cdot A_k = p_3 \cdot A_k + F_F$$

do đó:

$$\Delta p = p_2 - p_3 = \frac{F_F}{A_K}$$

Lưu lượng chảy qua van tiết lưu, theo công thức (5.1) của van tiết lưu có thể viết:

$$Q = \mu \cdot A_x \sqrt{\frac{2F_F}{gA_k}}$$

Nếu như ta không đổi tiết diện chảy  $A_x$  của van tiết lưu, thì các hằng số có thể rút gọn thành trị số  $k$ , công thức trên có thể viết:

$$Q = k \sqrt{F_F}$$

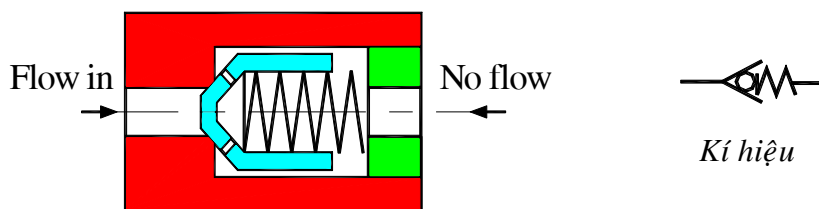
Từ công thức trên cho thấy rằng lưu lượng chảy qua bộ ổn tốc là hàm số của lực lò xo  $F_F$ . Cho nên, việc lựa chọn thích hợp lực lò xo sẽ ảnh hưởng rất nhiều đến tính năng làm việc của bộ ổn tốc.

### 5.3. CƠ CẤU ĐIỀU KHIỂN

Cơ cấu điều khiển là loại cơ cấu điều khiển dùng để đóng, mở, nối liền hoặc ngăn cách các đường dẫn dầu về những bộ phận tương ứng của hệ thống khí nén – thủy lực. Cơ cấu chỉnh hướng thường dùng các loại sau đây:

#### 5.3.1. Van một chiều

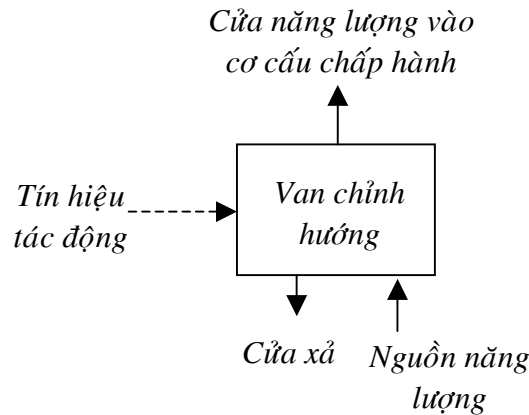
Van một chiều dùng để điều khiển dòng năng lượng đi theo một hướng, hướng còn lại dòng năng lượng bị chặn lại. Trong hệ thống điều khiển khí nén – thủy lực van một chiều thường đặt ở nhiều vị trí khác nhau tùy thuộc vào những mục đích khác nhau (**hình 5.10**).



Hình 5.10 Van một chiều

#### 5.3.2. Van đảo chiều

Van đảo chiều là cơ cấu chỉnh hướng có nhiệm vụ điều khiển dòng năng lượng đi qua van chủ yếu bằng cách đóng, mở hay chuyển đổi vị trí để thay đổi hướng của dòng năng lượng. Các thành phần được mô tả ở **hình 5.11**.

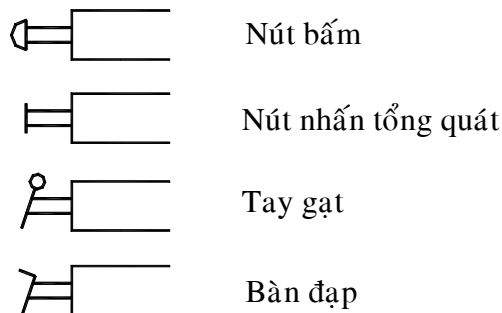


**Hình 5.11** Các thành phần van chỉnh hướng

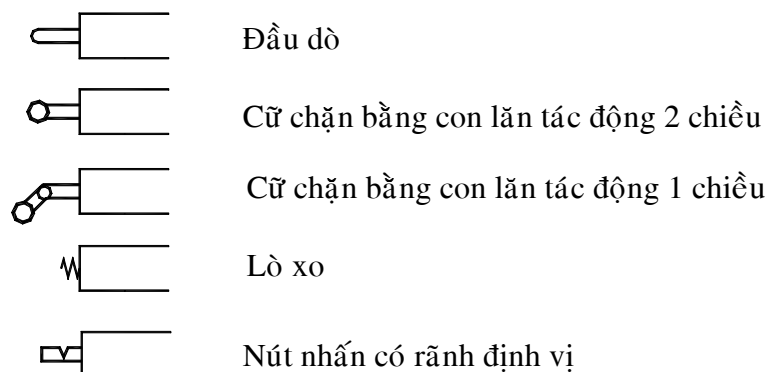
### 5.3.2.1. Tín hiệu tác động

Nếu kí hiệu lò xo nằm ngay phía bên phải của kí hiệu van đảo chiều, thì van đảo chiều đó có vị trí “không”, vị trí đó là ô vuông nằm bên phải của kí hiệu van đảo chiều và được kí hiệu là “0”. Điều đó có nghĩa là chừng nào chưa có lực tác động vào pít tông trượt trong nòng van, thì lò xo tác động vẫn giữ ở vị trí đó. Tác động vào làm thay đổi trực tiếp hay gián tiếp pít tông trượt là các tín hiệu sau (**hình 5.12**):

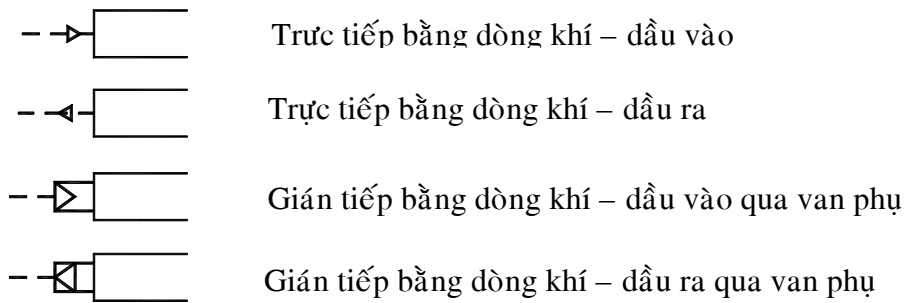
- Tác động bằng tay



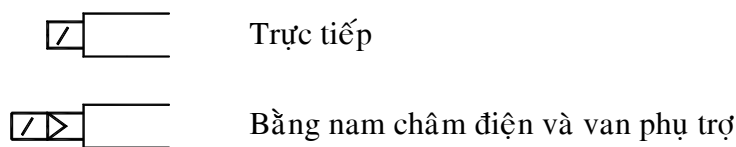
- Tác động bằng cơ



- Tác động bằng khí và dầu



- Tác động bằng điện



Hình 5.12 Tín hiệu tác động

### 5.3.2.2. Kí hiệu van đảo chiều

Van đảo chiều có rất nhiều dạng khác nhau, nhưng dựa vào đặc điểm chung là số cửa, số vị trí và số tín hiệu tác động để phân biệt chúng với nhau (hình 5.13):

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

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

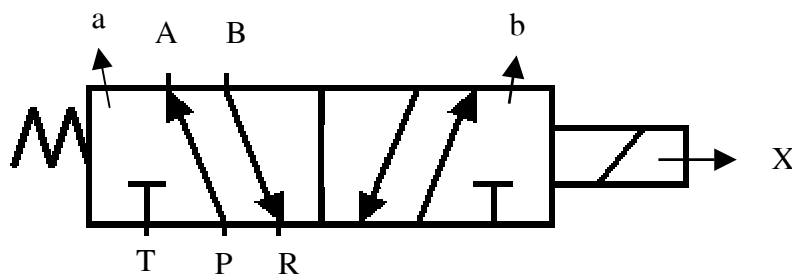
- Số cửa ( đường): là số lỗ để dẫn khí hoặc dầu vào hay ra. Số cửa của van đảo chiều thường dùng là 2, 3, 4, 5. Đôi khi có thể nhiều hơn.

Thường kí hiệu: Cửa nối với nguồn : P

Cửa nối làm việc: A, B, C...

Cửa xả lưu chất: R, S, T...

- Số tín hiệu: là tín hiệu kích thích con trượt chuyển từ vị trí này sang vị trí khác. Có thể là 1 hoặc 2. Thường dùng các kí hiệu: X, Y, ...



Hình 5.13 Kí hiệu van đảo chiều

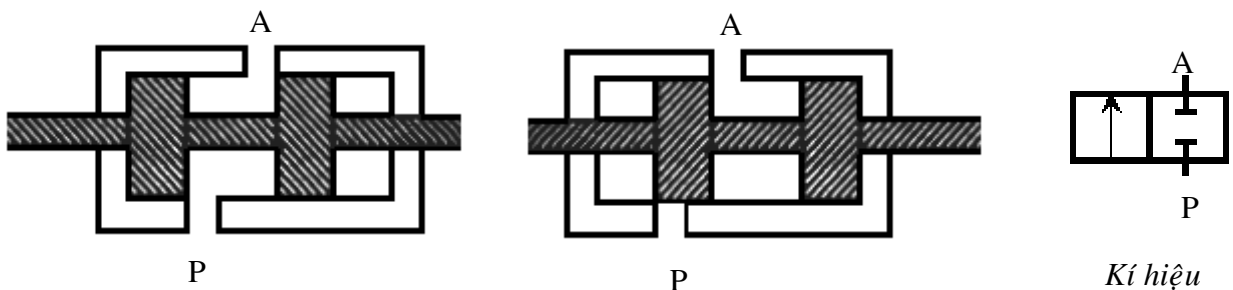


**5.3.2.3. Một số van đảo chiều thông dụng**

Van có tác động bằng cơ – lò xo lên nòng van và kí hiệu lò xo nằm ngay vị trí bên phải của kí hiệu van ta gọi đó là vị trí “không”. Tác động tín hiệu lên phía đối diện nòng van ( ô vuông phía bên trái kí hiệu van) có thể là tín hiệu bằng cơ, khí nén, dầu hay điện. Khi chưa có tín hiệu tác động lên phía bên trái nòng van thì lúc này tất cả các cửa nối của van đang ở vị trí ô vuông nằm bên phải, trường hợp có giá trị đối với van đảo chiều hai vị trí. Đối với van đảo chiều 3 vị trí thì vị trí “ không “ dĩ nhiên là nằm ô vuông ở giữa.

▪ **Van đảo chiều 2/2**

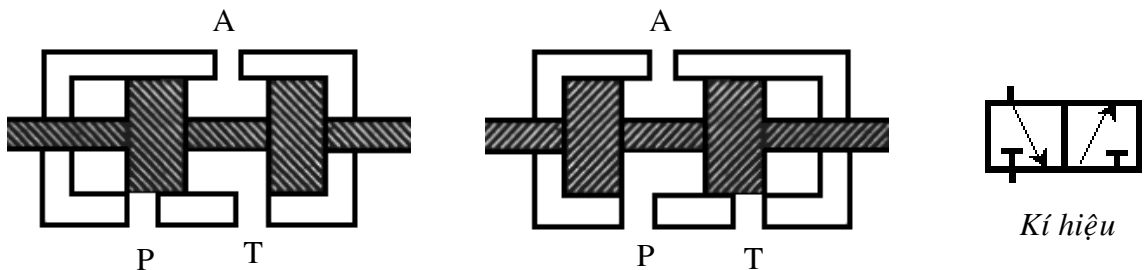
**Hình 5.14** là van có 2 cửa nối P và A, 2 vị trí 0 và 1. Vị trí 0 cửa P và cửa A bị chặn. Nếu có tín hiệu tác động vào, thì vị trí 0 sẽ chuyển sang vị trí 1, như vậy cửa P và cửa A nối thông với nhau. Nếu tín hiệu không còn tác động nữa, thì van sẽ chuyển từ vị trí 1 về vị trí 0 ban đầu, vị trí “ không “ bằng lực nén lò xo.



**Hình 5.14** Van 2/2

▪ **Van đảo chiều 3/2**

**Hình 5.15** là có 3 cửa và 2 vị trí. Cửa P nối với nguồn năng lượng, cửa A nối với buồng xilanh cơ cấu chấp hành, cửa T cửa xả. Khi con trượt di chuyển sang trái cửa P thông với cửa A. khi con trượt di chuyển sang phải thì cửa A thông với cửa T xả dầu về thùng hoặc là xả khí ra môi trường. Van này thường dùng để làm Rơle dầu ép hoặc khí nén.

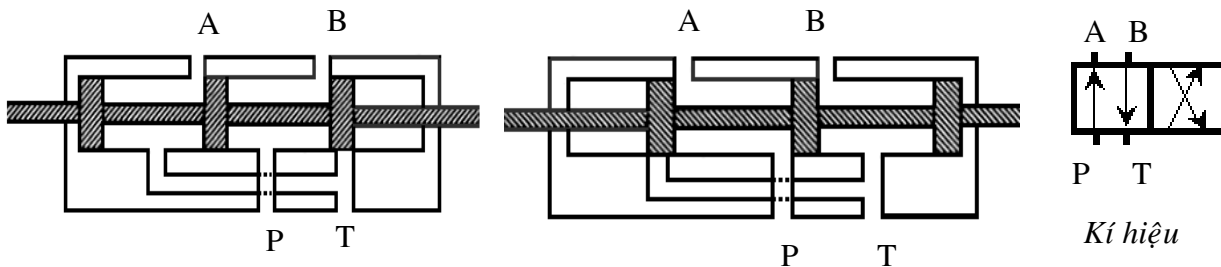


**Hình 5.15** Van 3/2

▪ **Van đảo chiều 4/2**

**Hình 5.16** là van có 4 cửa và 2 vị trí. Cửa P nối với nguồn năng lượng; cửa A và cửa B lắp vào buồng trái và buồng phải của xilanh cơ cấu chấp hành; cửa T lắp ở cửa ra đưa năng lượng về thùng đối với dầu, còn thải ra môi trường xung quanh đối với khí nén.

Khi con trượt của van di chuyển qua phải cửa P thông với cửa A năng lượng vào xilanh cơ cấu chấp hành, năng lượng ở buồng ra xilanh qua cửa B nối thông với cửa T ra ngoài. Ngược lại khi con trượt của van di chuyển qua trái, cửa P thông với cửa B và cửa A thông với cửa xả T.



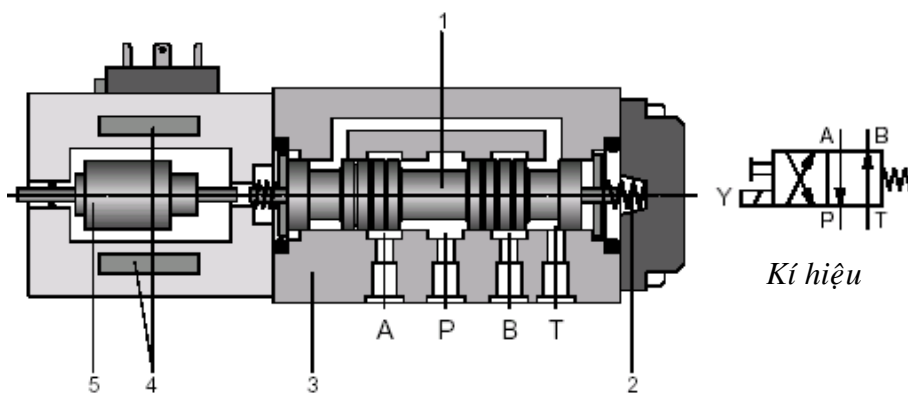
Hình 5.16 Van 4/2

Hình 5.17 mô tả van 4/2 tác động mặc định là lực đẩy lò xo và tín hiệu tác động phía còn lại là cuộn coil điện và có cả nút nhấn phụ.

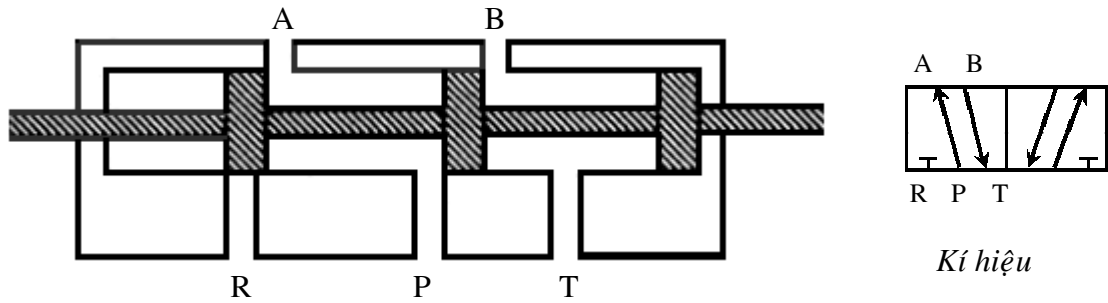
▪ Van đảo chiều 5/2

Hình 5.18 là van có 5 cửa 2 vị trí. Cửa P là cung cấp nguồn năng lượng, cửa A lắp với buồng bên trái xilanh cơ cấu chấp hành, cửa B lắp với buồng bên phải của xi lanh cơ cấu chấp hành, cửa T và cửa R là cửa xả năng lượng. Khi con trượt van di chuyển qua phải, cửa P thông với cửa A, cửa B thông với cửa T. Khi con trượt của van di chuyển qua trái, cửa P thông với cửa B, cửa A thông với cửa R.

- 1. Pittông
- 2. Lò xo
- 3. Vỏ van
- 4. Cuộn solenoid
- 5. Lõi



Hình 5.17 Van 4/2, 1 side (coil)

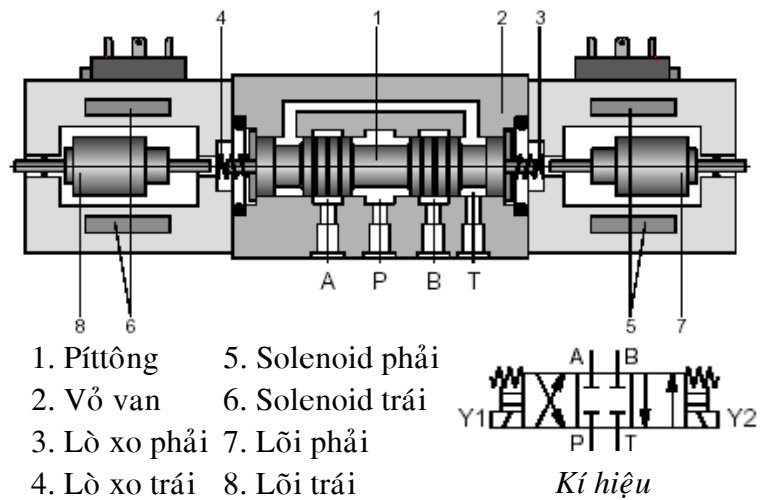


Hình 5.18 Van 5/2

• **Van đảo chiều 4/3**

Van 4/3 là van có 4 cửa 3 vị trí. Cửa A, B lắp vào buồng làm việc của xilanh cơ cấu chấp hành, cửa P nối với nguồn năng lượng, cửa T xả về thùng đối với dầu hoặc ra môi trường đối với khí.

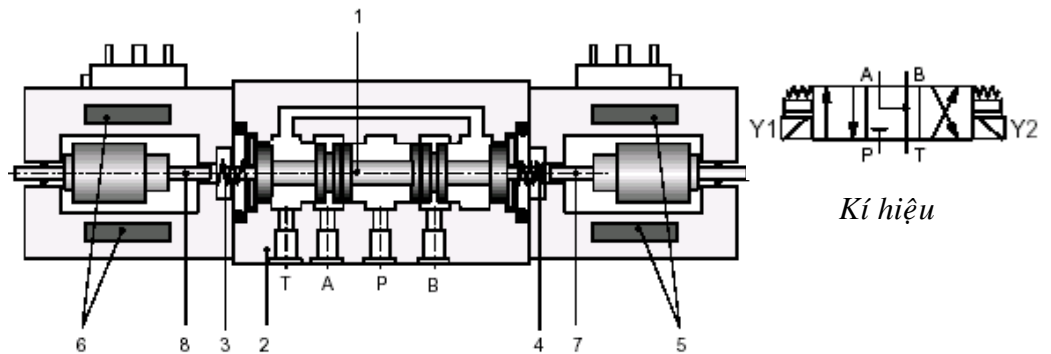
**Hình 5.19** mô tả van 4/3 có vị trí trung gian nằm ở giữa do sự cân bằng lực căn lò xo ở hai vị trí trái và vị trí phải của van. Sự di chuyển vị trí con trượt (pít tông) sang trái hoặc sang phải bằng tín hiệu tác động bằng điện vào hai cuộn solenoid hoặc có thể là nút nhấn phụ ở hai đầu. Ở vị trí trung gian năng lượng vào cửa P bị chặn lại, cửa A, cửa B bị đóng nên xilanh cơ cấu chấp hành không di chuyển. Khi tác động tín hiệu điện vào solenoid phải, pít tông(1) di chuyển sang trái, cửa P thông với cửa A, cửa P thông với cửa T. Ngược lại tác động tín hiệu điện vào solenoid trái, pít tông(1) di chuyển sang phải, cửa P thông với cửa B, cửa A thông với cửa T.



- 1. Pít tông
- 2. Vỏ van
- 3. Lò xo phải
- 4. Lò xo trái
- 5. Solenoid phải
- 6. Solenoid trái
- 7. Lõi phải
- 8. Lõi trái

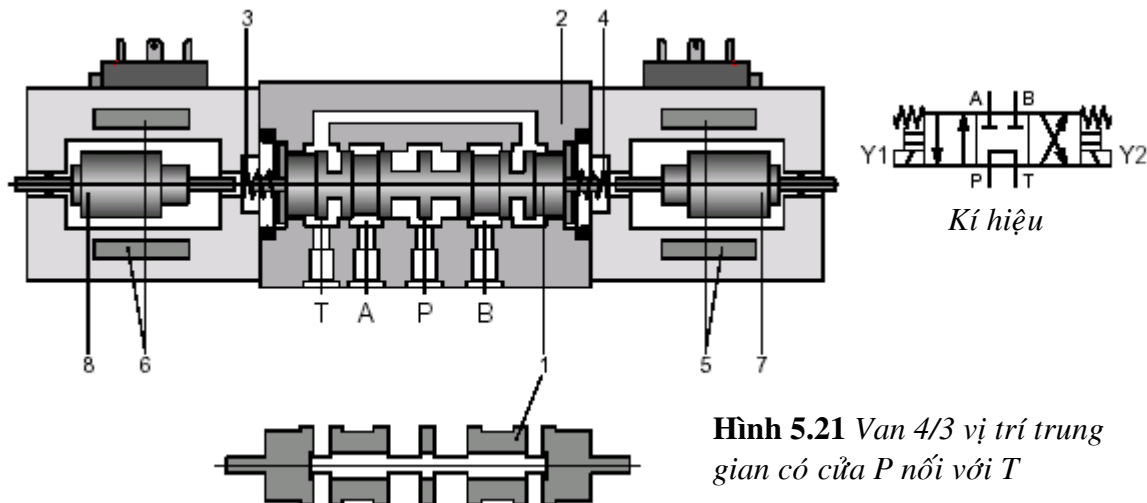
Hình 5.19 - Van đảo chiều 4/3 tác động điện 2 đầu

**Hình 5.20** mô tả van 4/3 có vị trí trung gian an toàn. Vị trí trung gian cửa P bị đóng, cửa làm việc A, B thông với cửa T.



Hình 5.20 Van 4/3 vị trí trung gian an toàn

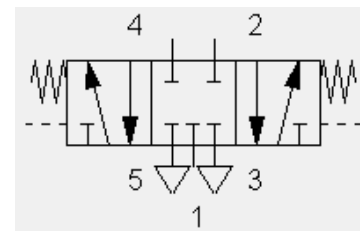
**Hình 5.21** mô tả van 4/3 vị trí trung gian có cửa P nối với T.



**Hình 5.21** Van 4/3 vị trí trung gian có cửa P nối với T

▪ **Van đảo chiều 5/3**

Van 5/3 có 5 cửa và 3 vị trí. Cửa A, B lắp vào buồng làm việc của xilanh cơ cấu chấp hành, cửa P nối với nguồn năng lượng, cửa T xả về thùng đối với dầu hoặc ra môi trường đối với khí.

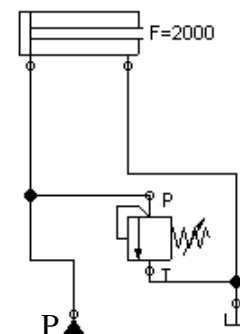


**Hình 5.22** Kí hiệu van 5/3

**Hình 5.22** là kí hiệu của van 5/3. Van 5/3 thường được sử dụng trong hệ thống khí nén.

**Ví dụ:**

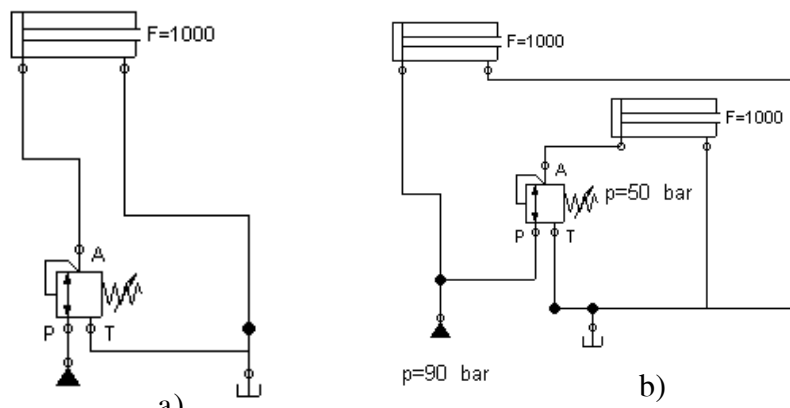
Hệ thống sau mô tả van an toàn. Khi áp suất trong buồng xylanh đẩy tăng lên đến giới hạn của áp suất nguồn P của bơm thì van an toàn sẽ hoạt động đưa dầu trở về thùng, nhằm tránh hiện tượng phá hỏng kết cấu của các phần tử hệ thống.



**Ví dụ:** Hệ thống có gắn van giảm áp.

Hình (a) van giảm áp ở cửa vào buồng làm việc trái của xilanh. Áp suất nguồn là  $p = 60$  bar và áp suất van giảm áp được điều chỉnh là 50 bar thì pittông sẽ dịch chuyển.

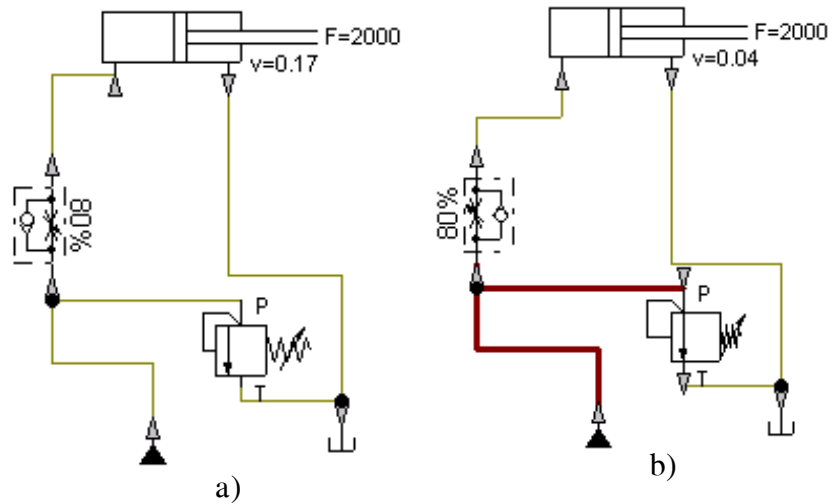
Hình (b) Trong hệ thống lưu chất cơ cấu tạo năng lượng phải cung cấp năng lượng cho nhiều cơ cấu chấp hành khác nhau. Trong trường hợp này người ta phải cho cơ cấu tạo năng lượng làm việc với áp suất lớn nhất và



dùng van giảm áp gắn ở trước các cơ cấu chấp hành để giảm áp đến một giá trị cần thiết.

**Ví dụ:** Điều chỉnh tốc độ dịch chuyển của một pittông ép thức ăn gia súc thành khối bánh.

Trường hợp (a) sử dụng van tiết lưu chỉnh được một chiều thì vận tốc pittông bằng khi không có van tiết lưu, trường hợp (b) thì lưu chất chỉ đi qua một nhánh còn nhánh kia bị chặn nên lưu lượng bé hơn và vận tốc pittông nhỏ hơn so với trường hợp (a).

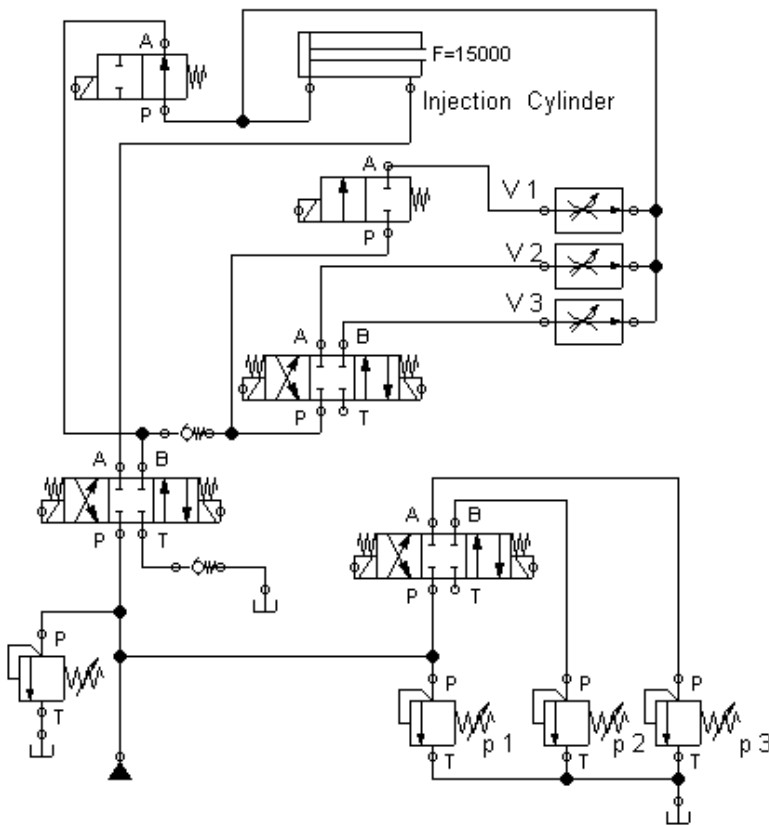


**Ví dụ 4:** Van một chiều

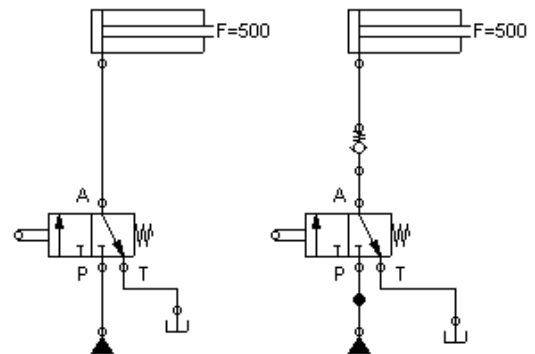
**5.4. VAN TUYẾN TÍNH**

**5.4.1. Khái niệm**

Trong các phần kiến thức trước, chúng ta



**Hình 5.21** - Mạch động lực của xilanh ép sản phẩm nhựa



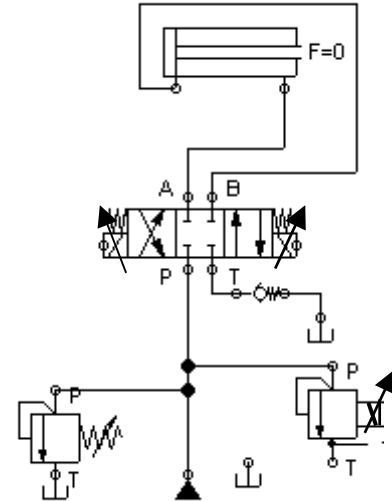
đã nghiên cứu và tìm hiểu về các phần tử, hệ thống khí nén – thủy lực ở dạng các đại lượng được đặt trước. Trong một số hệ thống đòi hỏi tính thích nghi của hệ thống đối với tính chất làm việc của các cơ cấu chấp hành như: thay đổi tốc độ của pittông hay động cơ theo thời gian, đặc tính làm việc của tải; hay thay đổi tải của cơ cấu chấp hành vào bất kỳ lúc nào, vấn đề này sẽ không thể thực hiện được với những phần tử điều chỉnh, điều khiển On/Off được, và cũng không thể sử dụng các van tiết lưu thay đổi lưu lượng bằng cơ được vì như

thế sẽ tốn rất nhiều thiết bị cho hệ thống động lực cũng như hệ điều khiển, mà phải sử dụng đến các phần tử có khả năng điều chỉnh vô cấp đó là các phần tử van tuyến tính.

Trong sơ đồ mạch ở **hình 5.21** mô tả quá trình của xilanh đẩy khuôn ép sản phẩm nhựa với 3 cấp tốc độ khác nhau  $v_1 \div v_3$  ( $v_1 > v_2 > v_3$ ) tương ứng với 3 trị số áp suất khác nhau là  $p_1 \div p_3$  ( $p_1 > p_2 > p_3$ ).

Như vậy để đáp ứng các yêu cầu về thay đổi tốc độ, áp suất, thì ở mạch này ta phải sử dụng đến 14 phần tử thủy lực.

Nếu sử dụng đến các phần tử van tuyến tính thì số phần tử sử dụng đến rất ít. **Hình 5.22** chỉ dùng một van tuyến tính 4/3 thì điều chỉnh vô cấp được tốc độ của xilanh ép và dùng một van áp suất tuyến tính để điều chỉnh áp suất vô cấp. Tổng cộng các phần tử sử dụng là 4.



**Hình 5.22** Sơ đồ mạch lắp van tuyến tính

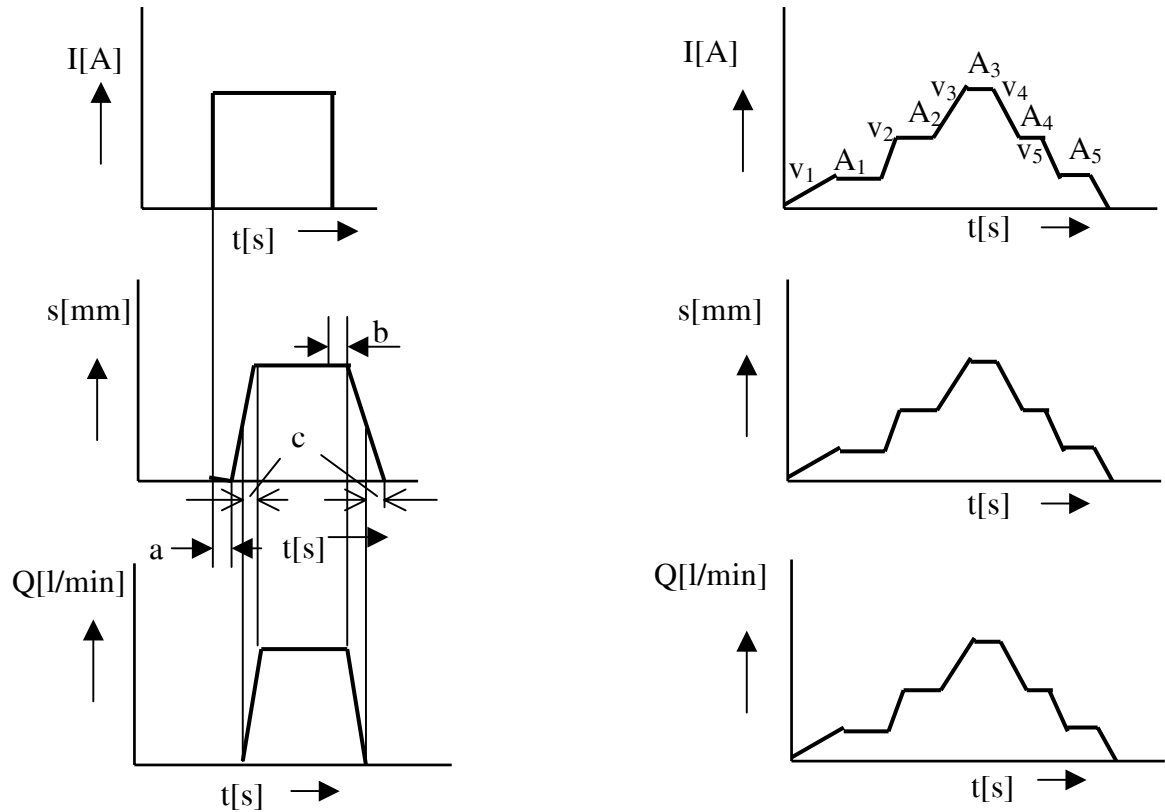
*Tóm lại:* Đối với những hệ thống khí nén – thủy lực khi yêu cầu đến sự thay đổi về áp suất và tốc độ của các cơ cấu chấp hành chính xác và vô cấp người ta sẽ sử dụng đến các van servo tuyến tính. Ngoài ra với việc kết hợp các bộ điều khiển tích hợp cao như: bộ điều khiển PID, Thiết bị PLC... thì hệ thống điều khiển trở nên đơn giản, tính ổn định và linh hoạt cao.

**5.4.2. Bản chất của van tuyến tính.**

Sự khác nhau cơ bản của van tuyến tính so với van đóng mở (On / Off) ở chỗ là quá trình làm việc của nam châm điện và lưu lượng lưu chất chảy qua van.

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

Sự khác nhau cơ bản về tín hiệu giữa van tuyến tính và van đóng mở được thể hiện ở **hình 5.23**.



**Hình 5.23** Bản chất của van tuyến tính

- a. Thời gian đóng mở của cuộn dây điện từ
- b. Thời gian ngắt của cuộn dây điện từ
- c. Mép điều khiển dương.

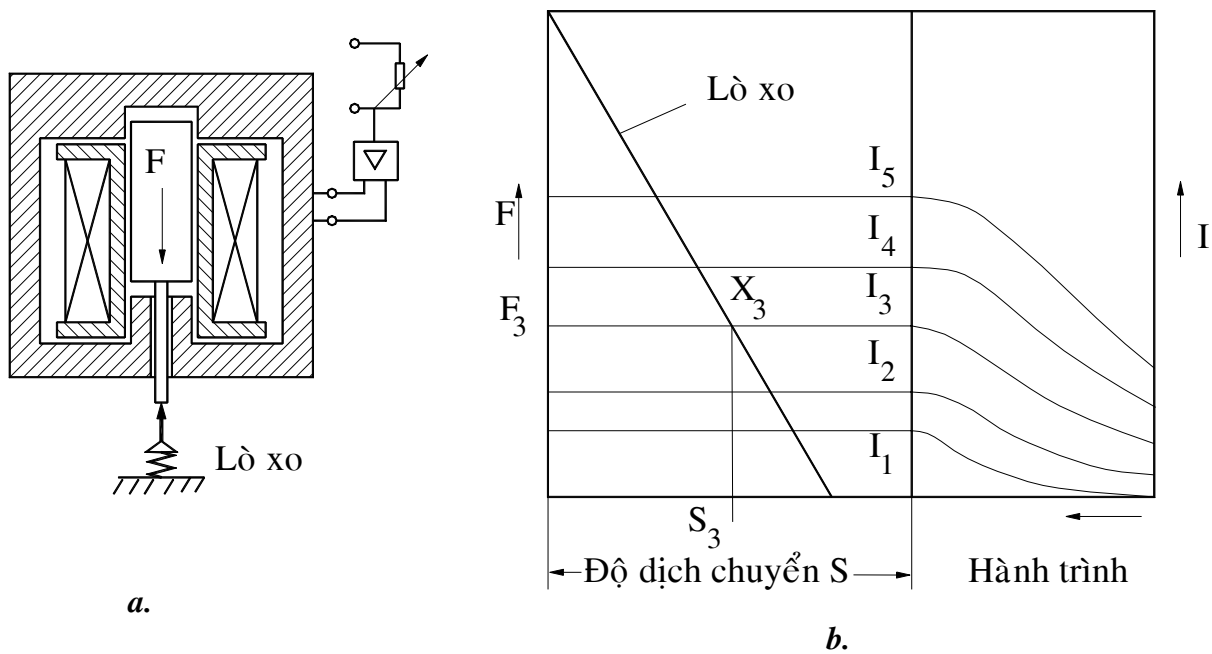
### 5.4.3. Đường đặc tính nam châm điện từ của van tuyến tính

**Hình 5.24** cho thấy, ứng với mỗi giá trị dòng điện  $I$  từ biến trở qua bộ khuếch đại vào nam châm điện từ, ta có một giá trị độ dịch chuyển của nòng van  $S$  tương ứng, khi lực điện từ  $F$  cân bằng với lực lò xo. Điều này ta rút ra rằng, độ dịch chuyển  $s$  của nòng van tỉ lệ với giá trị dòng điện  $I$  vào nam châm điện từ. Nếu dòng càng lớn thì  $S$  càng lớn.

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

Trong van tuyến tính, tùy thuộc độ lớn dịch chuyển của nòng van  $s$ , người ta phân biệt thành 2 nhóm:

- Nam châm điện từ điều khiển độ dịch chuyển: có độ dịch chuyển có giá trị trong khoảng từ  $1 \div 5$  mm.
- Nam châm điện từ điều khiển lực: có độ dịch chuyển của nòng van có giá trị khoảng từ  $0 \div 1$  mm.



**Hình 5.34** Nam châm điện từ

a. Nguyên lý làm việc;

b. Đường đặc tính.

#### 5.4.4. Van áp suất tuyến tính

##### 5.4.4.1. Công dụng

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

##### 5.4.4.2. Phân loại

Van áp suất tuyến tính gồm 2 loại:

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

#### 5.4.5. Van đảo chiều tuyến tính

##### 5.4.5.1. Công dụng

Van đảo chiều tuyến tính thực hiện hai nhiệm vụ:

Thay đổi chiều chuyển động của cơ cấu chấp hành;

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

##### 5.4.5.2. Phân loại

Van đảo chiều được phân ra:

- Van đảo chiều không có phản hồi
- Van đảo chiều có phản hồi.

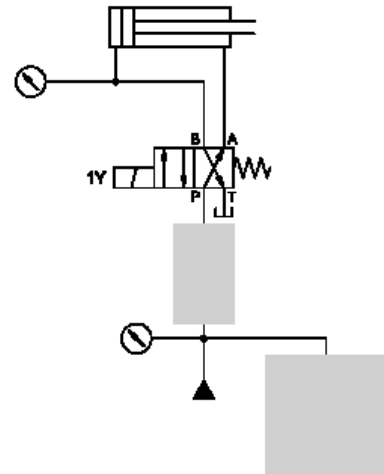
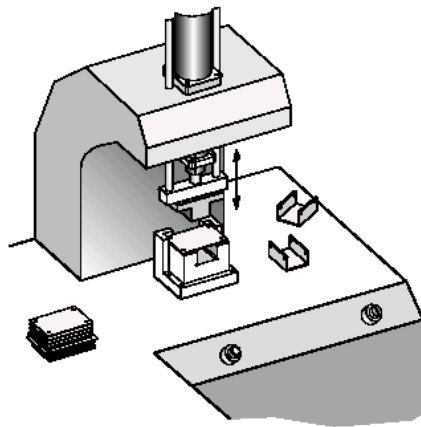


**BÀI TẬP CHƯƠNG 5**

**Bài 1:**

Thiết bị uốn thực hiện bởi xylanh tác dụng kép được sử dụng để tạo ra các sản phẩm từ các tấm kim loại chưa định hình. Khi có tín hiệu tác động vào cuộn dây điện từ thì pittông xylanh hoạt động. Sau khi phôi tấm kim loại được tạo hình thì pittông sẽ trở về vị trí khởi động ban đầu. Tùy theo loại vật liệu tấm, độ dày của tấm mà ta có thể điều chỉnh được tốc độ dịch chuyển của pittông.

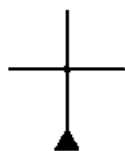
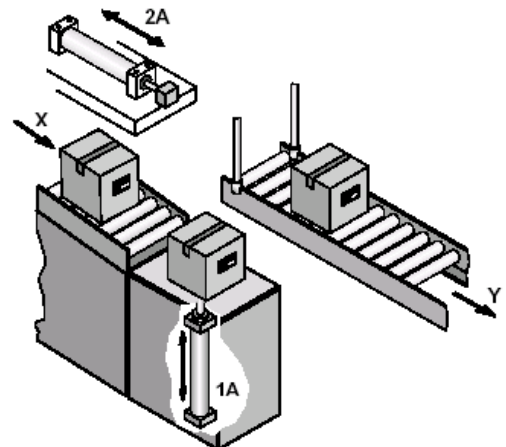
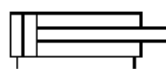
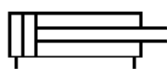
Hoàn thành sơ đồ mạch thủy lực sau.



**Bài 2:**

Các kiện hàng được vận chuyển trên băng tải con lăn X dưới trọng lượng bản thân và nó được nâng lên bằng xylanh kép 1A. Xylanh kép 2A đẩy kiện hàng vào băng tải Y để vận chuyển đến nơi khác. Sau khi thực hiện các xylanh này trở về vị trí khởi động ban đầu của chúng.

Hoàn thành sơ đồ mạch thủy lực sau.

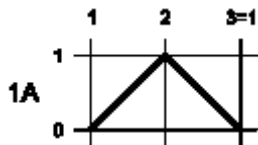
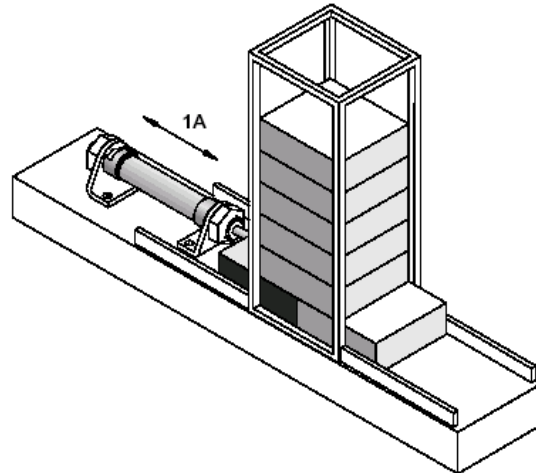


**Bài 3:**

Hệ thống phân phối cung cấp các khối phôi nhôm cho một trạm gia công khác. Nguyên lý hoạt động như sau:

Tác động nút nhấn, cần pittông của xy lanh (1A) được dịch chuyển. Nhả nút nhấn cần pittông sẽ trở về vị trí ban đầu.

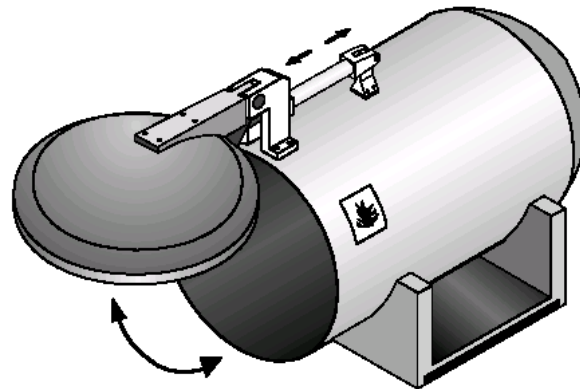
Hãy thiết kế sơ đồ mạch động lực.



**Bài 4:**

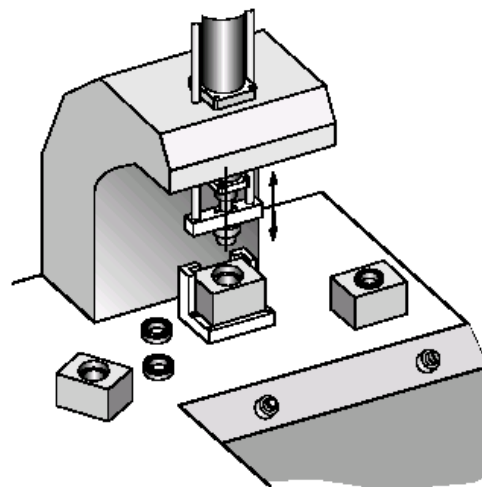
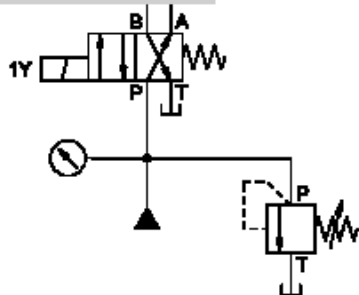
Cửa lò nấu được mở và đóng bằng một xy lanh. Khi cần tác động van được nhấn thì cửa mở. Khi nhả cần ra thì cửa đóng.

Hãy thiết kế sơ đồ mạch động lực.



**Bài 5:**

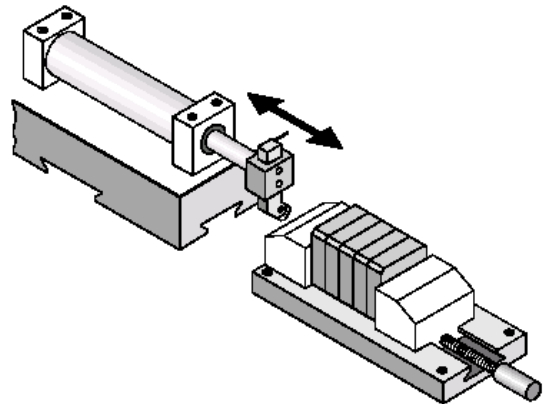
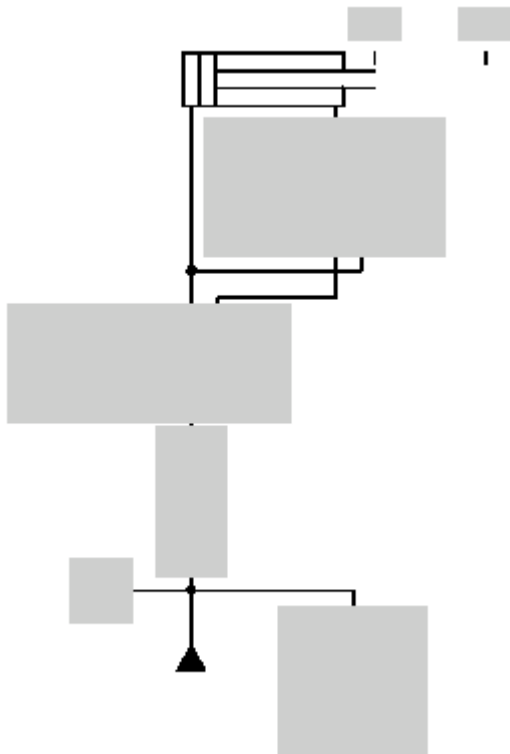
Hoàn thành sơ đồ mạch động lực của máy lắp ráp sản phẩm dưới.



**Bài 6:**

Các cạnh của phôi kim loại được vát mép. Có thể sử dụng dao cắt cải tiến để giảm thời gian gia công. Số phôi kẹp một lần là 5. Để giảm thời gian của hành trình chạy xy lanh khi số phôi kẹp nhỏ hơn 5, ta sử dụng giới hạn hành trình ở vị trí khởi động của hành trình về.

Hoàn thành sơ đồ mạch thủy lực sau.



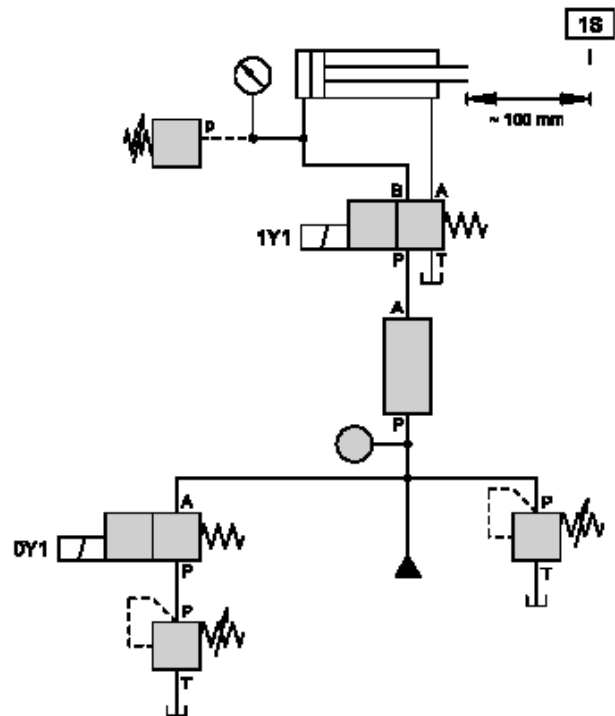
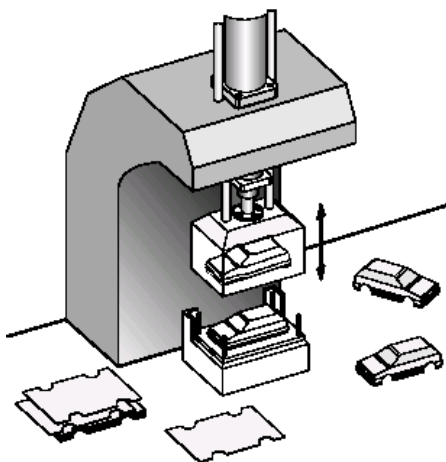
**Bài 7:**

Hệ thống dập car cabin, bắt đầu quá trình dập áp suất là 15 bar, khi hành trình pittông sắp xỉ gần 100 mm thì công tắc hành trình 1S tác động và áp suất dập tăng lên 40bar để chuẩn bị tạo hình. Áp suất đạt tới 50 bar thì công tắc áp suất sẽ chuyển mạch làm cho pittông sẽ trở về vị trí khởi tạo ban đầu.

Hoàn thành sơ đồ mạch thủy lực sau.

Hoàn thành sơ đồ mạch thủy lực sau.

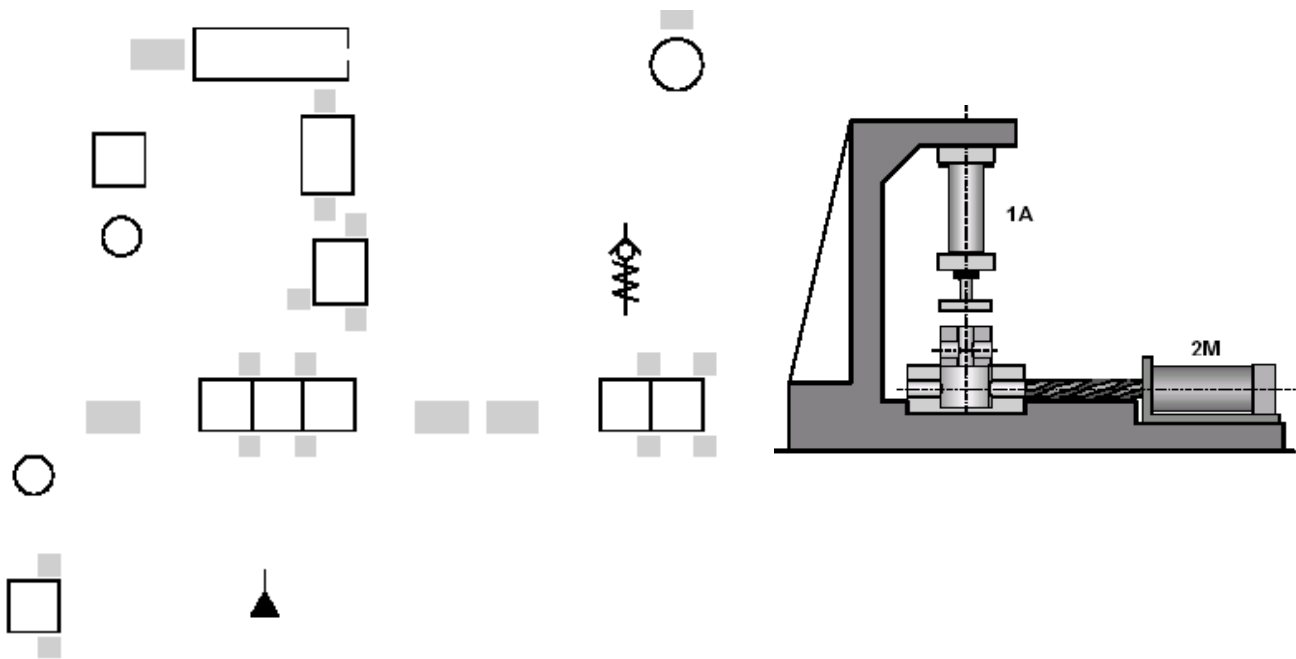
sau.



**Bài 8:**

Thiết bị lắp ráp thực hiện ghép một ống lót nhựa vào chi tiết kim loại và liên kết chặt bằng một con vít được.

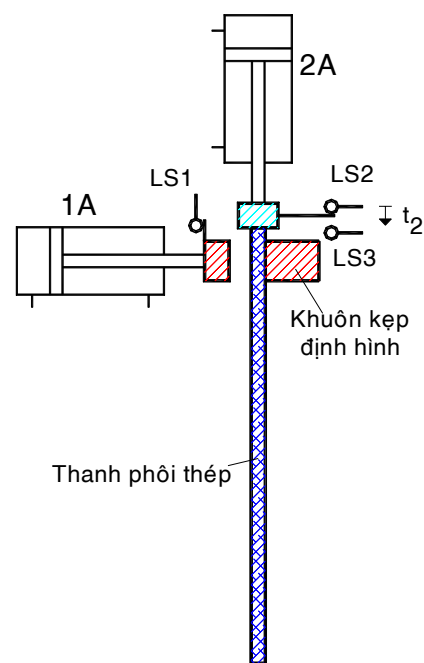
Khi nút khởi động được nhấn, xy lanh 1A ép ống lót nhựa vào chi tiết kim loại. Khi áp suất trong buồng nén đạt đến 45 bar thì motor 2M sẽ quay và vặn vít vào theo bước vít.



**Bài 9:**

Hệ thống dập định hình đầu thanh thép tròn trong công nghệ sản xuất trụ điện bê tông tiền áp hoạt động theo nguyên lý sau:

Khi nút khởi động được nhấn thì pitông của xy lanh kẹp 1A chuyển động với thời gian  $t_1$ , áp suất 60 bar, thực hiện kẹp chặt phôi thép. Sau đó, xy lanh dập 2A dịch chuyển với áp suất 35 bar tới thời gian  $t_2$  thì tăng áp lên đến 50 bar, đến gặp cữ hành trình LS3 thì sẽ trở về vị trí ban đầu. Tại vị trí này LS2 tác động khiến xy lanh kẹp 1A trở về vị trí ban đầu LS1.



## CHƯƠNG VI

# TÍNH TOÁN TRUYỀN ĐỘNG HỆ THỐNG KHÍ NÉN VÀ THỦY LỰC

---

- **Khái niệm**
- **Tổn thất trong hệ thống điều khiển khí nén – thủy lực**
  - *Tổn thất khí nén*
  - *Tổn thất thủy lực*
- **Cơ sở tính toán hệ thống**
  - *Tính toán bơm và động cơ*
  - *Đường kính ống dẫn*
- **Tính toán một số mạch điển hình**

## 6.1. KHÁI NIỆM

Hệ thống truyền động khí nén & thủy lực hoạt động tốt trên cơ sở đảm bảo về việc phân bố, tính toán và lựa chọn các phần tử thích hợp. Chúng ta đều biết rằng, toàn bộ các phần tử trong hệ thống truyền động khí nén & thủy lực đều có những yêu cầu kỹ thuật nhất định. Những yêu cầu này chỉ có thể được thỏa mãn, nếu như các thông số cơ bản của các phần tử ấy được tính toán, lựa chọn và bố trí phù hợp. Các cơ cấu chấp hành, cơ cấu biến đổi năng lượng, cơ cấu điều khiển và điều chỉnh, cũng như phần lớn các thiết bị phụ khác trong hệ thống đều được tiêu chuẩn hóa. Do đó việc thiết kế hệ thống truyền động chỉ là việc tính toán, lựa chọn và bố trí thích hợp các cơ cấu trên.

## 6.2. TỔN THẤT TRONG HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN KHÍ NÉN & THỦY LỰC

### 6.2.1. Tổn thất trong hệ thống khí nén

Thiết kế nên một hệ thống khí nén đảm bảo theo những tiêu chí hoạt động thì vấn đề tính toán tổn thất là một vấn đề rất quan trọng và lắm phức tạp. Do hệ thống sử dụng lưu chất là khí nên ta chỉ cần quan tâm đến các tổn thất sau:

- Tổn thất áp suất trong ống dẫn thẳng ( $\Delta p_R$ )
- Tổn thất áp suất trong tiết diện thay đổi ( $\Delta p_E$ )
- Tổn thất áp suất trong các loại van ( $\Delta p_V$ )

#### 6.2.1.1. Tổn thất áp suất trong ống dẫn thẳng ( $\Delta p_R$ )

Tổn thất áp suất trong ống dẫn thẳng ( $\Delta p_R$ ) được tính theo công thức:

$$\Delta p_R = \lambda \cdot \frac{l \cdot \rho \cdot w^2}{2 \cdot d} \quad [N/m^2] \quad (6.1)$$

Trong đó:

|                                           |                      |                                                       |
|-------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------|
| $l$                                       | [m]                  | Chiều dài ống dẫn                                     |
| $\rho_n = 1,293$                          | [kg/m <sup>3</sup> ] | Khối lượng riêng không khí ở trạng thái chuẩn         |
| $\rho = \rho_n \cdot \frac{p_{abs}}{p_n}$ | [kg/m <sup>3</sup> ] | Khối lượng riêng của không khí                        |
| $p_n = 1,013$                             | [bar]                | Áp suất ở trạng thái tiêu chuẩn                       |
| $w$                                       | [m/s]                | Vận tốc của dòng chảy ( $w = q_0 / A$ )               |
| $d$                                       | [m]                  | Đường kính ống dẫn                                    |
| $\lambda = \frac{64}{Re}$                 |                      | Hệ số ma sát ống có giá trị cho ống trơn và chảy tầng |
|                                           |                      | ( $Re < 2230$ ).                                      |

$$Re = \frac{w \cdot d}{v_n} \quad \text{Số Reynold}$$

$$v_n = 13,28 \cdot 10^{-6} \text{ [m}^2/\text{s]} \quad \text{Độ nhớt động học ở trạng thái tiêu chuẩn.}$$

#### 6.2.1.2. Tổn thất áp suất trong tiết diện thay đổi ( $\Delta p_E$ )

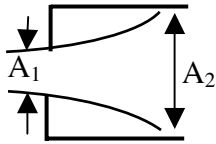
Trong các hệ thống truyền dẫn khí nén, ngoài những ống thẳng còn có ống rẽ nhánh, tiết diện thay đổi, tập hợp nhánh...Tổn thất áp suất trong ống có tiết diện thay đổi được tính theo công thức:

$$\Delta p_E = \zeta \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w^2 \tag{6.2}$$

Trong đó:

$\zeta$  Hệ số cản phụ thuộc vào loại tiết diện ống dẫn, số Re.

- Khi tiết diện thay đổi đột ngột (hình 6.1). Tổn thất áp suất:



**Hình 6.1** – Tiết diện thay đổi đột ngột

$$\Delta p_E = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2 \cdot \frac{\rho \cdot w_1^2}{2} \quad [\text{N/m}^2] \tag{6-3}$$

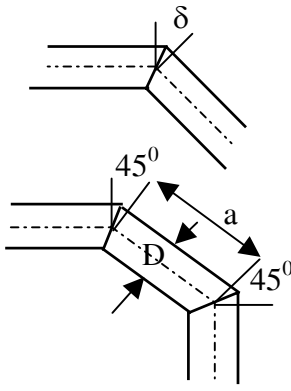
$$\Delta p_{E1} = \left(\frac{A_2}{A_1} - 1\right)^2 \cdot \frac{\rho w_2^2}{2} \quad [\text{N/m}^2] \tag{6-4}$$

Trong đó:  $w_1, w_2$  vận tốc chảy trung bình của tiết diện  $A_1, A_2$ .

- Khi ống dẫn gây khúc (hình 6.2). Tổn thất áp suất:

$$\Delta p_{E2} = 0,5 \cdot \zeta \cdot \rho \cdot w^2 \quad [\text{N/m}^2] \tag{6-5}$$

Trong đó hệ số  $\zeta$  phụ thuộc vào độ nhọn và độ nhám của bề mặt của ống và tra theo bảng 6-1.



**Hình 6.2** – Tiết diện gây khúc

|                        |        |          |        |        |        |          |
|------------------------|--------|----------|--------|--------|--------|----------|
| $\delta$               | $15^0$ | $22,5^0$ | $30^0$ | $45^0$ | $60^0$ | $90^0$   |
| $\zeta_{nh\grave{a}n}$ | 0,042  | 0,07     | 0,13   | 0,24   | 0,47   | 1,13     |
| $\zeta_{nh\grave{a}m}$ | 0,062  | 0,15     | 0,17   | 0,32   | 0,68   | 1,27     |
| $a/D$                  | 0,71   | 0,943    | 0,150  | 3,72   | 6,28   | $\infty$ |
| $\zeta_{nh\grave{a}n}$ | 0,51   | 0,35     | 0,28   | 0,36   | 0,40   | 0,48     |
| $\zeta_{nh\grave{a}m}$ | 0,51   | 0,415    | 0,38   | 0,46   | 0,44   | 0,64     |

**Bảng 6-1**

- Khi ống dẫn bị cong (hình 6.3). Tổn thất áp suất:

$$\Delta p_{E3} = \zeta_g \cdot \frac{\rho}{2} w^2 \tag{6-6}$$

Trong đó hệ số cản  $\zeta_g$  bao gồm:

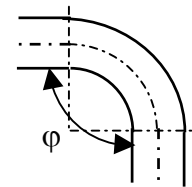
$$\zeta_g = \zeta_u + \zeta_{Re}$$

$\zeta_u$  Hệ số cản do độ cong

$\zeta_{Re}$  Hệ số cản do ảnh hưởng số Raynold (ma sát ống)

- Sự thay đổi tỉ số R/d sẽ thay đổi tỉ lệ do hệ số cản  $\zeta_u$  và  $\zeta_{Re}$ .

- Hệ số cản  $\zeta_u$  phụ thuộc vào góc uốn cong  $\phi$ , tỉ số R/d và chất lượng bề mặt của ống.



**Hình 6.3** – Tiết diện uốn cong

**6.2.1.3. Tổn thất áp suất trong ống dẫn khí phân dòng (hình 6.4)**

- Tổn thất áp suất trong ống phân nhánh:

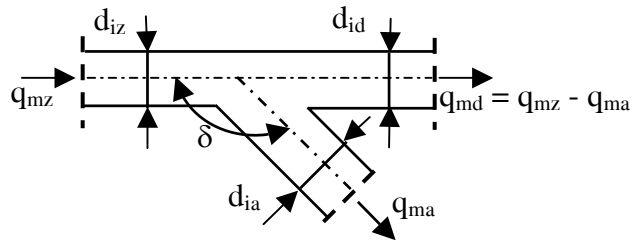
$$\Delta p_{Ea} = \xi_a \frac{\rho}{2} w_z^2 \quad (6-7)$$

- Tổn thất áp suất trong ống phân thẳng:

$$\Delta P_{Ed} = \xi_d \frac{\rho}{2} w_z^2 \quad (6-8)$$

Trong đó  $w_2$  là vận tốc trung bình trong ống dẫn chính.

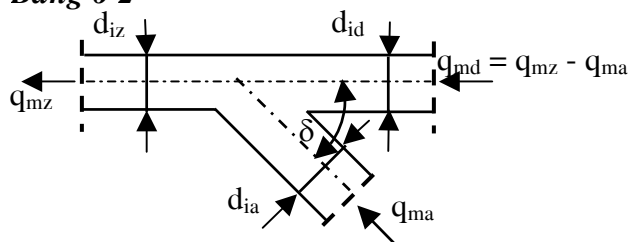
- Hệ số cản  $\xi_a$  và  $\xi_d$  của ống dẫn khí phân dòng phụ thuộc vào tỉ lệ  $d_{ia}/d_{iz}$  và tỉ lệ lưu lượng  $q_{ma}/q_{mz}$  (bảng 6-2)



Hình 6.4 – Ống phân nhánh

|                                 |                       | Góc rẽ nhánh $\delta$            |      |      |         |      |      |         |      |     |
|---------------------------------|-----------------------|----------------------------------|------|------|---------|------|------|---------|------|-----|
|                                 |                       | $90^0$                           |      |      | $120^0$ |      |      | $135^0$ |      |     |
|                                 |                       | Ống rẽ nhánh, hệ số cản $\xi_a$  |      |      |         |      |      |         |      |     |
| Tỉ lệ lưu lượng $q_{ma}/q_{mz}$ | Tỉ số $d_{ia}/d_{iz}$ |                                  |      |      |         |      |      |         |      |     |
|                                 | 1.0                   | 0.8                              | 0.6  | 1.0  | 0.8     | 0.6  | 1.0  | 0.8     | 0.6  |     |
| 0.2                             | 0.79                  | 0.84                             | 1.00 | 0.71 | 0.75    | 0.88 | 0.68 | 0.72    | 0.83 |     |
| 0.4                             | 0.74                  | 0.88                             | 1.31 | 0.57 | 0.69    | 1.07 | 0.51 | 0.61    | 0.98 |     |
| 0.6                             | 0.81                  | 1.05                             | 1.89 | 0.53 | 0.75    | 1.53 | 0.43 | 0.64    | 1.40 |     |
| 0.8                             | 1.00                  | 1.37                             | 2.72 | 0.97 | 0.96    | 2.26 | 0.44 | 0.78    | 2.09 |     |
| 1.0                             | 1.30                  | 1.82                             | 3.81 | 0.75 | 1.27    | 3.26 | 0.54 | 1.06    | 3.05 |     |
| Tỉ lệ lưu lượng $q_{ma}/q_{mz}$ |                       | Ống dẫn thẳng, hệ số cản $\xi_d$ |      |      |         |      |      |         |      |     |
|                                 |                       | Tỉ số $d_{ia}/d_{iz}$            |      |      |         |      |      |         |      |     |
|                                 |                       | 1.0                              | 0.8  | 0.6  | 1.0     | 0.8  | 0.6  | 1.0     | 0.8  | 0.6 |
| 0.2                             | 0.00                  | 0.00                             | 0.00 | 0.00 | 0.00    | 0.00 | 0.00 | 0.00    | 0.00 |     |
| 0.4                             | 0.02                  | 0.02                             | 0.02 | 0.02 | 0.02    | 0.02 | 0.02 | 0.02    | 0.02 |     |
| 0.6                             | 0.08                  | 0.08                             | 0.08 | 0.08 | 0.08    | 0.08 | 0.08 | 0.08    | 0.08 |     |
| 0.8                             | 0.19                  | 0.19                             | 0.19 | 0.19 | 0.19    | 0.19 | 0.19 | 0.19    | 0.19 |     |
| 1.0                             | 0.35                  | 0.35                             | 0.35 | 0.35 | 0.35    | 0.35 | 0.35 | 0.35    | 0.35 |     |

Bảng 6-2



Hình 6.5 – Ống hợp dòng

- Tổn thất áp suất trong ống dẫn khí hợp dòng (hình 6.5)

- Tổn thất áp suất trong ống dẫn hợp dòng  $q_{ma}$ :

$$\Delta p_{Ea} = \xi_a \frac{\rho}{2} w_z^2 \quad (6-9)$$



- Tổn thất áp suất trong ống dẫn hợp dòng  $q_{md}$ :

$$\Delta P_{Ed} = \xi_d \frac{\rho}{2} w_z^2 \quad (6-10)$$

Trong đó  $w_z$  là vận tốc trung bình trong ống dẫn chính.

Hệ số cản  $\xi_a$  và  $\xi_d$  của ống dẫn khi hợp dòng phụ thuộc vào tỉ lệ  $d_{ia}/d_{iz}$  và tỉ lệ lưu lượng  $q_{ma}/q_{mz}$  (bảng 6-3)

|                 |                 | Góc rẽ nhánh $\delta$                 |       |       |                 |       |       |                 |       |       |
|-----------------|-----------------|---------------------------------------|-------|-------|-----------------|-------|-------|-----------------|-------|-------|
|                 |                 | 45 <sup>0</sup>                       |       |       | 60 <sup>0</sup> |       |       | 90 <sup>0</sup> |       |       |
| Tỉ lệ lưu lượng | $q_{ma}/q_{mz}$ | Dòng hợp $q_{ma}$ , hệ số cản $\xi_a$ |       |       |                 |       |       |                 |       |       |
|                 |                 | Tỉ số $d_{ia}/d_{iz}$                 |       |       |                 |       |       |                 |       |       |
|                 |                 | 1.0                                   | 0.8   | 0.6   | 1.0             | 0.8   | 0.6   | 1.0             | 0.8   | 0.6   |
|                 | 0.2             | -0.41                                 | -0.31 | -0.11 | -0.40           | -0.30 | -0.09 | -0.38           | -0.28 | -0.06 |
|                 | 0.4             | -0.03                                 | 0.22  | 0.94  | 0.00            | 0.27  | 0.99  | 0.10            | 0.37  | 1.11  |
|                 | 0.6             | 0.22                                  | 0.69  | 2.22  | 0.31            | 0.79  | 2.33  | 0.52            | 1.03  | 2.61  |
|                 | 0.8             | 0.35                                  | 1.09  | 3.73  | 0.51            | 1.27  | 3.93  | 0.89            | 1.69  | 4.43  |
|                 | 1.0             | 0.35                                  | 1.43  | 5.47  | 0.60            | 1.70  | 5.80  | 1.20            | 2.35  | 6.57  |
| Tỉ lệ lưu lượng | $q_{ma}/q_{mz}$ | Dòng hợp $q_{md}$ , hệ số cản $\xi_d$ |       |       |                 |       |       |                 |       |       |
|                 |                 | Tỉ số $d_{ia}/d_{iz}$                 |       |       |                 |       |       |                 |       |       |
|                 |                 | 1.0                                   | 0.8   | 0.6   | 1.0             | 0.8   | 0.6   | 1.0             | 0.8   | 0.6   |
|                 | 0.2             | 0.16                                  | 0.20  | 0.19  | 0.17            | 0.22  | 0.23  | 0.20            | 0.27  | 0.32  |
|                 | 0.4             | 0.17                                  | 0.17  | 0.03  | 0.22            | 0.26  | 0.18  | 0.35            | 0.46  | 0.54  |
|                 | 0.6             | 0.06                                  | -0.04 | -0.44 | 0.18            | 0.15  | -0.10 | 0.47            | 0.60  | 0.71  |
|                 | 0.8             | -0.18                                 | -0.44 | -1.22 | 0.04            | -0.11 | -0.62 | 0.56            | 0.70  | 0.82  |
|                 | 1.0             | -0.53                                 | -1.03 | -2.32 | -0.19           | -0.51 | -1.39 | 0.62            | 0.76  | 0.86  |

Bảng 6-3

**6.2.1.4. Tổn thất áp suất trong các loại van ( $\Delta p_v$ )**

Tổn thất áp suất trong các loại van  $\Delta p_v$  (trong các loại van đảo chiều, van áp suất, van tiết lưu...) tính theo:

$$\Delta P_v = \xi_v \frac{\rho}{2} w^2 \quad [N/m^2] \quad (6-11)$$

Trong công nghiệp sản xuất các phần tử khí nén, hệ số cản  $\xi_v$  là đại lượng đặt trưng cho các van. Thay vì hệ số  $\xi$ , một số hãng chế tạo các phần tử điều khiển bằng khí nén sử dụng một đại lượng, gọi là hệ số lưu lượng  $k_v$ , là đại lượng được xác định bằng thực nghiệm. Hệ số lưu lượng  $k_v$  là lưu lượng chảy của nước [m<sup>3</sup>/h] qua van ở nhiệt độ T = 278 – 303 [K], với áp suất ban đầu là  $p_1 = 6$  [bar], tổn thất áp suất  $\Delta p_0 = 0.981$  [bar] và có giá trị, tính theo

$$K_v = \frac{q_v}{31.6} \sqrt{\frac{\rho}{\Delta P}} \quad [m^3/h] \quad (6-12)$$

Trong đó:

|                             |                            |
|-----------------------------|----------------------------|
| $q_v$ [m <sup>3</sup> /h]   | Lưu lượng khí nén          |
| $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ] | Khối lượng riêng không khí |
| $\Delta p$ [bar]            | Tổn thất áp suất qua van   |

Theo tài liệu, hệ số  $\xi_v$  tính được:

$$\xi_v = \frac{2 \cdot g \cdot 10,18}{w^2} \left( \frac{q_v}{k_v} \right)^2 \quad (6-13)$$

Vận tốc dòng chảy  $w$ :

$$w = \frac{q_v}{A} \quad (6-14)$$

Thay  $w$  vào phương trình ta có:

$$\xi_v = \frac{2 \cdot g \cdot 10,18 \cdot q_v^2 \cdot \left( \frac{A}{10^6} \right)^2}{q_v^2 \cdot \left( \frac{k_v}{3600} \right)^2} \quad (6-15)$$

Trong đó:

$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \quad [mm^2], \text{ tiết diện dòng chảy.}$$

Thay tiết diện dòng chảy  $A$  vào phương trình, ta có hệ số cản của van:

$$\xi_v = \frac{1}{626,3} \left( \frac{d^2}{k_v} \right) \quad (6-16)$$

Như vậy, nếu van có thông số đặc trưng  $k_v$ , đường kính ống nối dài, thì ta xác định được hệ số cản qua van  $\xi_v$ .

### 6.2.1.5. Tổn thất áp suất tính theo chiều dài ống dẫn tương đương

Bởi vì tổn thất áp suất trong ống dẫn thẳng hay là tổn thất áp suất của ống dẫn có tiết diện thay đổi hoặc là tổn thất áp suất trong các loại van đều phụ thuộc vào hệ số  $\frac{\rho}{2} w^2$ , cho nên có thể tính tổn thất áp suất thành chiều dài ống dẫn tương đương (hình 6.6).

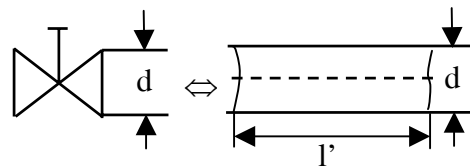
$$\xi \frac{\rho}{2} w^2 = \lambda \frac{l'}{d} \frac{\rho}{2} w^2$$

Từ đó, chiều dài ống dẫn tương đương:

$$l' = \frac{\xi}{\lambda} d \quad (6-17)$$

Như vậy tổn thất áp suất của hệ thống ống dẫn là:

$$\Delta P_{ges} = \lambda \frac{\sum l + \sum l'}{d} \frac{\rho}{2} w^2 \quad (6-18)$$



**Hình 6.6** Chiều dài tương đương  $l'$

**6.2.2. Tổn thất trong hệ thống thủy lực**

Trong hệ thống thủy lực có các tổn thất sau:

**6.2.2.1. Tổn thất thể tích**

Tổn thất thể tích là do dầu thủy lực chảy qua các khe hở trong các phần tử của hệ thống. Áp suất càng lớn, vận tốc càng nhỏ và độ nhớt càng nhỏ thì tổn thất thể tích càng lớn. Tổn thất thể tích đáng kể nhất là ở các cơ cấu biến đổi năng lượng.

**6.2.2.2. Tổn thất cơ khí**

Tổn thất cơ khí là do ma sát giữa các chi tiết có chuyển động tương đối với nhau.

**6.2.2.3. Tổn thất áp suất**

Tổn thất áp suất là sự giảm áp suất do lực cản trên đường chuyển động của dầu từ bơm đến cơ cấu chấp hành. Tổn thất đó phụ thuộc vào những yếu tố khác nhau:

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

Nếu áp suất vào hệ thống là  $p_0$  và  $p_1$  là áp suất ra, thì tổn thất áp suất được biểu thị bằng:

$$\Delta p = p_0 - p_1 = 10 \cdot \xi \cdot \frac{\rho}{2g} v^2 \frac{l}{d} \quad (N/m^2) = 10^{-4} \cdot \xi \cdot \frac{\rho}{2g} v^2 \frac{l}{d} \quad (bar)$$

Trong đó:

- $\rho$  - khối lượng riêng của dầu [ 914 kg/m<sup>3</sup> ]
- $g$  - gia tốc trọng trường [ 9,18 m/s<sup>2</sup> ]
- $v$  - vận tốc trung bình của dầu [ m/s ]
- $\xi$  - hệ số tổn thất cục bộ.
- $\gamma$  - trọng lượng riêng của dầu (850 kG/m<sup>3</sup>).

**6.2.2.4. Ảnh hưởng các thông số hình học đến tổn thất áp suất**

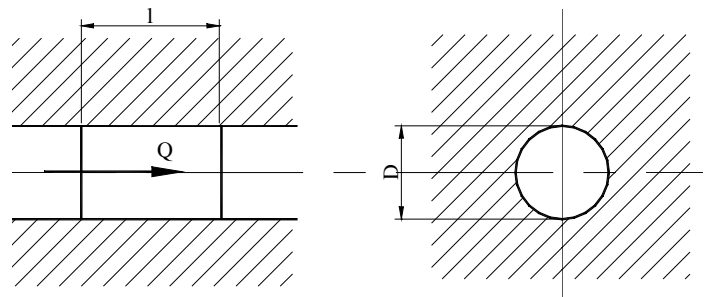
**6.2.2.4.1. Tiết diện dạng tròn (hình 6.7)**

Nếu ta gọi:

- $\Delta p$  – tổn thất áp suất
- $l$  – chiều dài ống dẫn
- $\rho$  - khối lượng riêng của chất lỏng
- $Q$  – lưu lượng
- $D$  – đường kính
- $v$  - độ nhớt động học
- $\lambda$  - hệ số ma sát của ống
- $\lambda_{LAM}$  – hệ số ma sát đối với

chảy tầng

- $\lambda_{TURB}$  - hệ số ma sát đối với chảy rối.



**Hình 6.7** Dạng tiết diện tròn

Tổn thất:

$$\Delta p = \frac{8}{\pi^2} \lambda \frac{l \cdot \rho \cdot Q^2}{D^2} \quad \lambda = \lambda_{\text{TURB}} \frac{0,316}{\sqrt[4]{\frac{4}{\pi} \frac{Q}{D \cdot v}}} \quad \lambda = \lambda_{\text{LAM}} - \frac{256}{\pi} \cdot \frac{D \cdot v}{Q}$$

Số Reynold:

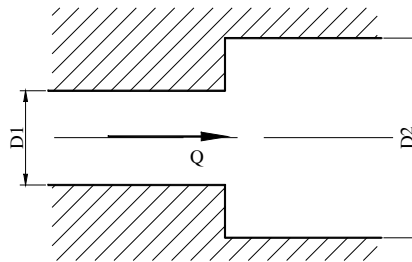
$$\frac{4}{\pi} \cdot \frac{Q}{Dv} > 3000$$

**6.2.2.4.2. Tiết diện thay đổi lớn đột ngột (hình 6.8)**

$$\Delta p = \left(1 - \frac{D_1^2}{D_2^2}\right)^2 \cdot \frac{8}{\pi^2} \cdot \frac{\rho Q^2}{D_1^4}$$

D<sub>1</sub> – đường kính ống dẫn vào

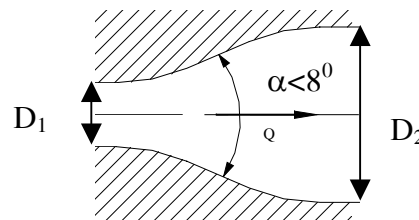
D<sub>2</sub> – đường kính ống dẫn ra



**Hình 6.8** Tiết diện thay đổi lớn đột ngột

**6.2.2.4.3. tiết diện thay đổi lớn từ từ (hình 6.9)**

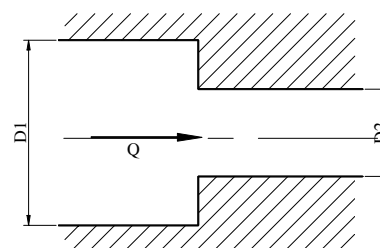
$$\Delta p = [0,12 \div 0,20] \left[1 - \frac{D_1^4}{D_2^4} \cdot \frac{8}{\pi} \cdot \frac{\rho Q^2}{D_1^4}\right]$$



**Hình 6.9** Tiết diện thay đổi lớn từ từ

**6.2.2.4.4. Tiết diện nhỏ đột ngột (hình 6.10)**

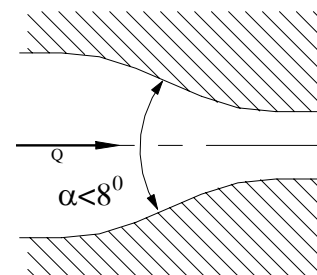
$$\Delta p = 0,5 \cdot \left[1 - \frac{D_2^2}{D_1^2}\right] \cdot \frac{8}{\pi^2} \cdot \frac{\rho \cdot Q^2}{D_1^4}$$



**Hình 6.10** Tiết diện nhỏ đột ngột

**6.2.2.4.5. Tiết diện nhỏ từ từ (hình 6.11)**

$$\Delta p \approx 0$$

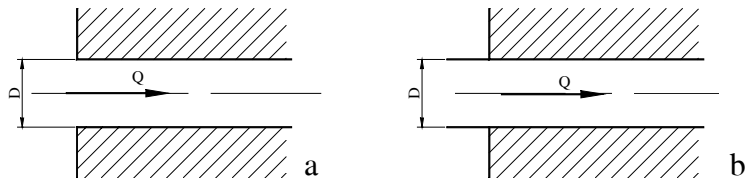


**Hình 6.11** Tiết diện nhỏ từ từ

**6.2.2.4.6. Vào ống dẫn (hình 6.12)**

Tổn thất áp suất được tính theo công thức sau:

$$\Delta p = \xi_E \cdot \frac{8}{\pi^2} \cdot \frac{\rho Q^2}{D^4}$$



**Hình 6.12** Đầu vào ống dẫn

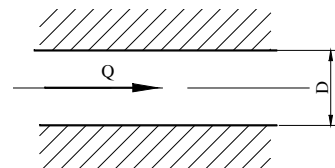
Trong đó hệ số thất thoát  $\xi_U$  được chia thành 2 trường hợp a và b, xem bảng sau:

|   | Cạnh     | Hệ số thất thoát $\xi_U$ |
|---|----------|--------------------------|
| a | Sắc      | 0,5                      |
|   | Gãy khúc | 0,25                     |
|   | Tròn     | 0,06                     |
| b | Có trước | < 3                      |

**6.2.2.4.7. Ra ống dẫn (hình 6.13)**

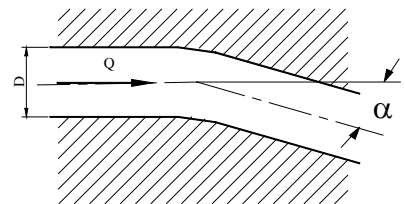
Tổn thất áp suất được tính theo công thức sau:

$$\Delta p = \xi_U \cdot \frac{8}{\pi^2} \cdot \frac{\rho Q^2}{D^4}$$



**Hình 6.13** Đầu ra ống dẫn

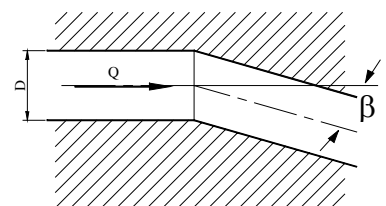
|                                                  | Hệ số thất thoát $\xi_U$ |
|--------------------------------------------------|--------------------------|
| $\frac{4}{\pi} \cdot \frac{Q}{D \cdot v} < 3000$ | 2                        |
| $\frac{4}{\pi} \cdot \frac{Q}{D \cdot v} > 3000$ | 1                        |



**6.2.2.4.8. Ống dẫn gãy khúc (hình 6.14)**

$$\frac{R}{D} \approx 4$$

$$\Delta p = \xi_U \cdot \frac{8}{\pi^2} \cdot \frac{\rho Q^2}{D^4}$$

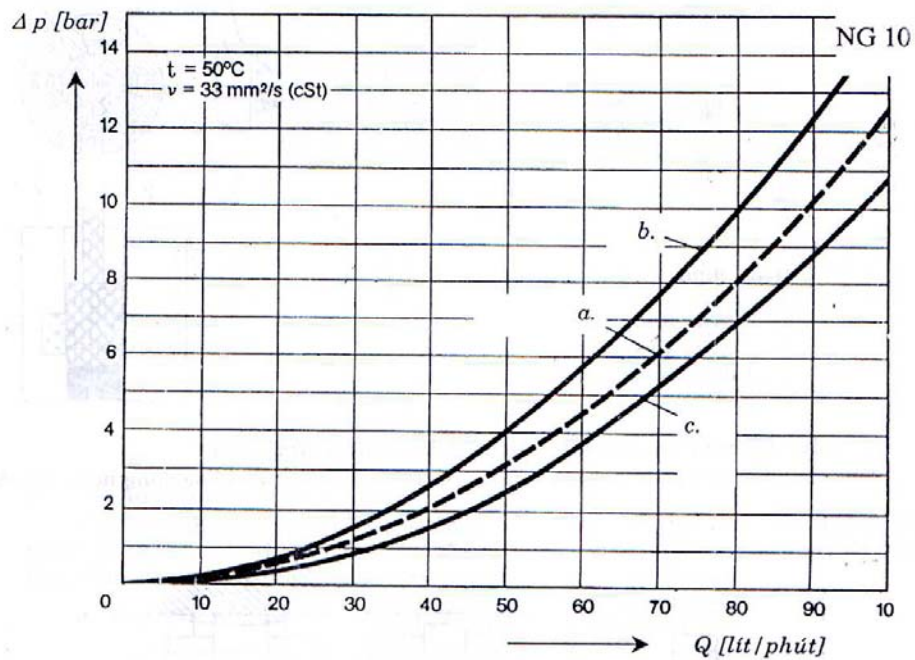


**Hình 6.14** Ống dẫn gãy khúc

| Góc [°]       | Hệ số thất thoát $\xi_U$ |
|---------------|--------------------------|
| $\alpha = 20$ | 0,06                     |
| 40            | 0,2                      |
| 60            | 0,47                     |
| $\beta = 20$  | 0,04                     |
| 40            | 0,07                     |
| 60            | 0,1                      |
| 80            | 0,11                     |
| 90            | 0,11                     |

**6.2.2.4.9. Tổn thất áp suất ở van**

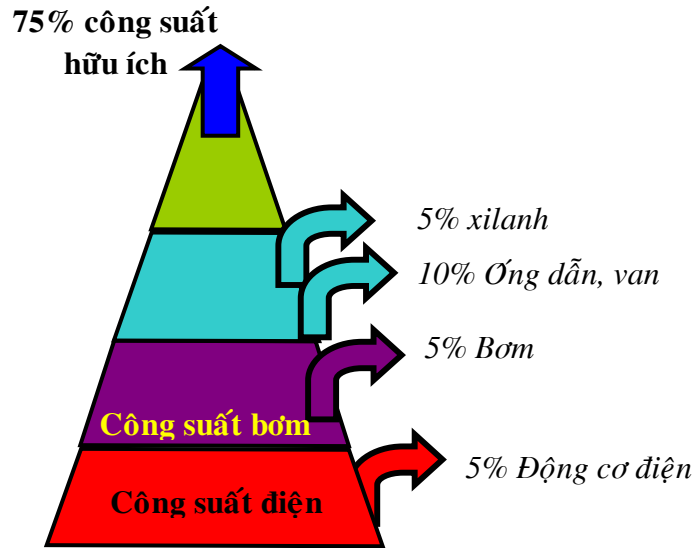
Đối với từng loại van cụ thể, do từng hãng sản xuất, thì sẽ có đường đặc tính tổn thất áp suất cho từng loại van. Tổn thất áp suất ở van theo đồ thị **hình 6.15**



**Hình 6.15** Tổn thất áp suất van đảo chiều

- a. Vị trí trung gian A,B và T thông nhau
- b. Vị trí trung gian P và T thông nhau
- c. Vị trí trung gian P nối A hoặc B nối T

6.2.2.4.10. Tổn thất trong hệ thống thủy lực (hình 6.16)



Hình 6.16 Tổn thất hệ thống thủy lực

6.3. CƠ SỞ TÍNH TOÁN TRUYỀN ĐỘNG HỆ THỐNG

6.3.1. Công thức tính toán bơm và động cơ dầu

6.3.1.1. Lưu lượng  $q_v$ , số vòng quay  $n$  và thể tích dầu trong một vòng quay  $V_1$

Ta có:  $q_v = n \cdot V_1$

Lưu lượng bơm:

$$q_v = n \cdot V_1 \cdot \eta_v \cdot 10^{-3}$$

Động cơ dầu:

$$q_v = \frac{n \cdot V_1}{\eta_v} 10^{-3}$$

Trong đó:

$q_v$  – lưu lượng [ lít / phút ];

$n$  – số vòng quay [ vg / phút ]

$V_1$  – thể tích dầu / vòng [  $cm^3$  / vòng ];

$\eta_v$  – hiệu suất [ % ]

6.3.1.3. Công suất và mômen xoắn

- Công suất do bơm cung cấp được tính bằng tích của lưu lượng thực tế  $Q_T$  (l/ph) và áp suất  $p$  ( $kG/cm^2$ ).

$$N = \frac{Q_T p}{612 \eta}, kW$$

- Nếu động cơ được cung cấp một lưu lượng  $Q$ , l/ph thì vận tốc quay của nó được tính theo công thức:

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

Trong đó:

- Công suất mà áp suất dầu cung cấp cho động cơ được tính theo công thức:

$$N_0 = \frac{Q(p_1 - p_2)}{612}, kW$$

- Công suất trên trục của động cơ:

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

- Mômen xoắn trên trục động cơ:

$$M = 975 \frac{N}{n} = \frac{975 q(p_1 - p_2)}{612 \eta_v} \eta = 1,59 q(p_1 - p_2) \eta_c \eta_{tl}, kW$$

$\eta, \eta_v, \eta_c, \eta_{tl}$  - hệ số có ích của bơm, thể tích, cơ khí, thủy lực.

$p_1, p_2$  – áp suất ở đường vào và đường ra;  $q$  lượng dầu tiêu thụ trong một vòng quay, l/vg.

### 6.3.2. Chọn kích thước đường kính ống dẫn

Trong các hệ truyền dẫn thủy lực có ống ngắn ( $l/d < 100$ ,  $l$  và  $d$  là độ dài và đường kính ống), vận tốc lớn nhất của dòng chảy thường chọn theo các giá trị giới hạn sau:

- Ở ống hút: 0,5 – 1,5 m/s
- Ở ống nén:
 

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| $p < 25 \text{ kG/cm}^2$  | 3 m/s      |
| $p < 50 \text{ kG/cm}^2$  | 4 m/s      |
| $p < 100 \text{ kG/cm}^2$ | 5 m/s      |
| $p > 150 \text{ kG/cm}^2$ | 8 – 10 m/s |
- Ở ống xả: 2 m/s

Trong các hệ thủy lực có ống dài ( $l/d > 100$ ) các giá trị này được giảm khoảng 30 – 50 %.

Nói chung nên chọn vận tốc sao cho mất mát áp suất trong ống dẫn không vượt quá 5 – 6% áp suất làm việc.

Để lựa chọn kích thước đường kính ống dẫn, ta xuất phát từ phương trình lưu lượng chảy qua ống dẫn.

$$q_r = A \cdot v$$

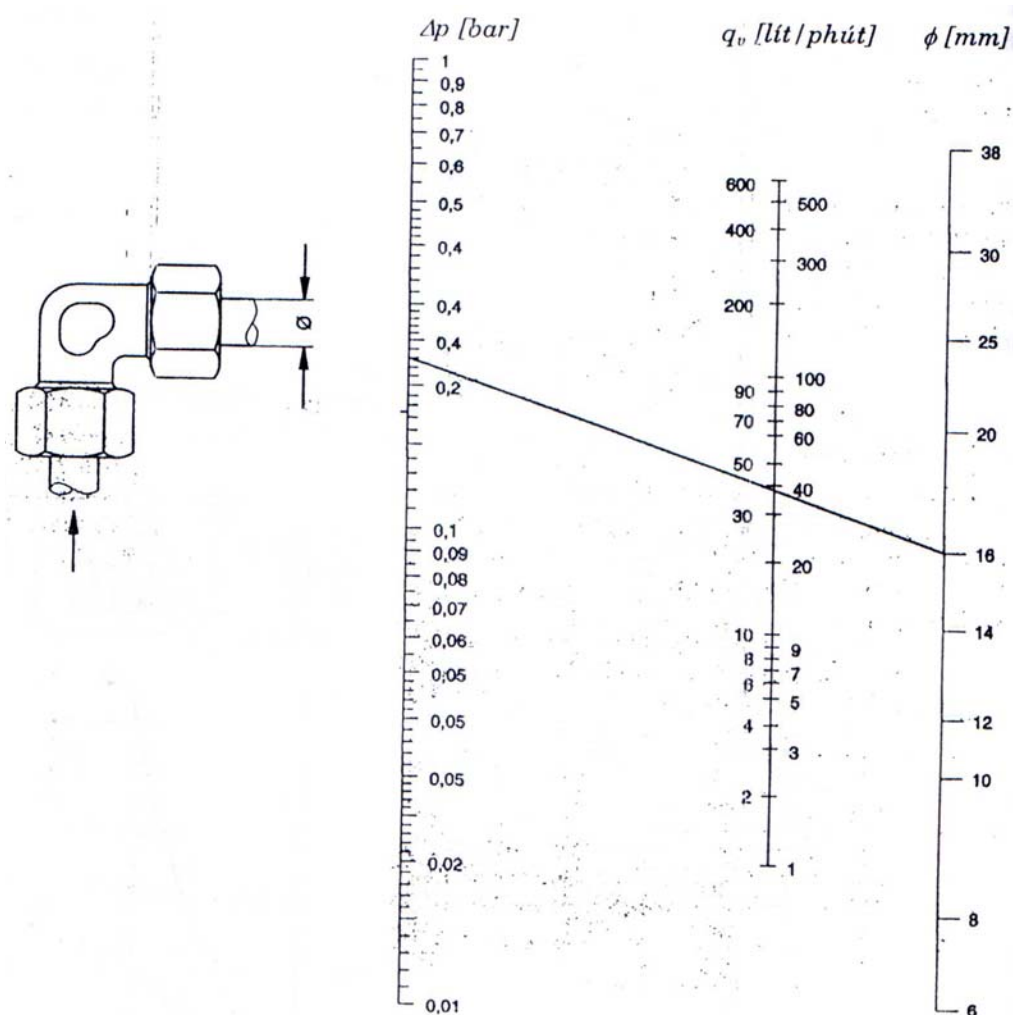
Như vậy kích thước đường kính ống dẫn là:

$$d = 10 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot q_v}{3 \cdot \pi \cdot v}} \quad [mm]$$

### 6.3.3. Tổn thất áp suất trong ống dẫn, ống nối

Tra ở hình 6.17





**Hình 6.17** Tổn thất áp suất đường ống

Mối liên hệ giữa lưu lượng đường ống và tổn thất áp suất của van tiết lưu thể hiện ở hình 6.18.

**6.4. Tính toán một số mạch điện hình**

**Ví dụ:**

Thực hiện lượng chạy dao của một máy gia công kim loại tổ hợp, trong trường hợp tải trọng không đổi, ta dùng hệ thống dầu ép như sau (hình 6.13).

- Lực chạy dao lớn nhất:

$$P_{max} = 12000N.$$

-Lượng chạy dao nhỏ nhất:

$$s_{min} = v_{min} = 20 \text{ mm/min}$$

-Lượng chạy dao lớn nhất:

$$s_{max} = v_{max} = 500 \text{ mm/min}$$

-Trọng lượng bàn máy:

$$G = 4000N.$$

-Hệ số ma sát sóng trượt:  $\mu = 0,2.$

Đây là hệ thống dầu ép điều chỉnh bằng van tiết lưu. Lượng dầu chảy qua hệ thống được điều chỉnh bằng van tiết lưu đặt ở đường ra, và lượng dầu tối thiểu qua van tiết lưu ta chọn là: 0,1 l/min.

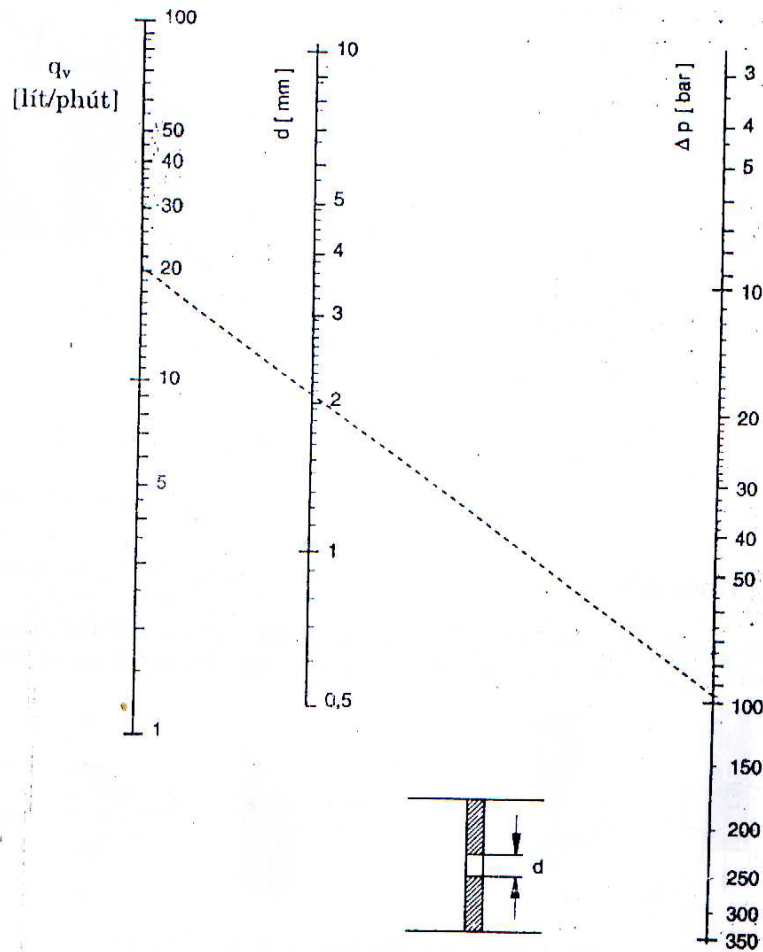
$Q_{min}$  lựa chọn phụ thuộc vào khả năng dẫn dầu tối thiểu của van tiết lưu được tính toán theo công thức hay theo đặc tính kỹ thuật của van.

Với trị số trên ta xác định được các tiết diện làm việc của pittông:

$$F_2 = \frac{Q_{min}}{v_{min}} = \frac{100}{2} = 50cm^2$$

Ta thường dùng tỉ số tiết diện giữa pittông và cần:

$$i = \frac{F_1}{F_2} = 2$$



**Hình 6.12** Tổn thất áp suất van tiết lưu

Suy ra:  $F_1 = 2F_2 = 100\text{cm}^2$

Từ đó ta có đường kính của xylanh:

$$D = 2\sqrt{\frac{F_1}{\pi}} = 2\sqrt{\frac{100}{\pi}} = 11,3 \approx 12\text{cm}$$

Và đường kính cần đẩy:

$$d = 2\sqrt{\frac{F_1 - F_2}{\pi}} = 2\sqrt{\frac{50}{\pi}} = 7,9 \approx 8\text{cm}$$

- Lưu lượng ra khỏi hệ thống khi làm việc với vận tốc lớn nhất:

$$Q_{\max} = F_2 \cdot v_{\max} = 50 \cdot 50 = 2,5 \cdot 10^3 \text{ cm}^3/\text{min} = 2,5 \text{ l/min}$$

Trên cơ sở  $Q_{\max}$  và  $Q_{\min}$  ta lựa chọn van tiết lưu. Nên chọn van tiết lưu có  $Q_{\max} = 4 \div 6 \text{ l/min}$ .

- Để đảm bảo thực hiện lực chạy dao lớn nhất khi gia công với lượng chạy dao lớn nhất, khi tính toán áp suất cần chú ý đến vấn đề tổn thất trong các cơ cấu, thiết bị dầu ép.

- Tính toán tổn thất áp suất dựa theo các công thức tổn thất áp suất hoặc theo đồ thị tổn thất. - - Đối với các thiết bị của các nhà sản xuất bao giờ cũng đi kèm với các đường đặc tính tổn thất về áp suất, lưu lượng.

- Đối với van đảo chiều 4 cửa 2 vị trí (4/2), tổn thất áp suất ở cửa vào cũng như ở cửa ra có thể lấy  $\Delta p_1 = 0,15 \text{ bar}$ .

- Ta chọn chiều dài ống dẫn ở đường vào có chiều dài  $l_1 = 1\text{m}$  và ở đường ra  $l_2 = 1 \text{ m}$  với đường kính trong (làm việc) của ống  $\phi = 6\text{mm}$ .

- Lưu lượng cần thiết khi thực hiện lượng chạy dao lớn nhất:

$$Q_1 = F_1 \cdot v_{\max} = 100 \cdot 50 = 5 \cdot 10^3 \text{ cm}^3/\text{min} = 5\text{l/min}.$$

- Với lưu lượng  $Q_1 = 5\text{l/min}$ , độ dài  $l_1 =$

$1\text{m}$ , ta xác định được tổn thất áp suất của ống dẫn ở đường dầu vào từ đồ thị (hình 6.11).

$$\Delta p_2 = \Delta p_3 = 1,25 \text{ bar}.$$

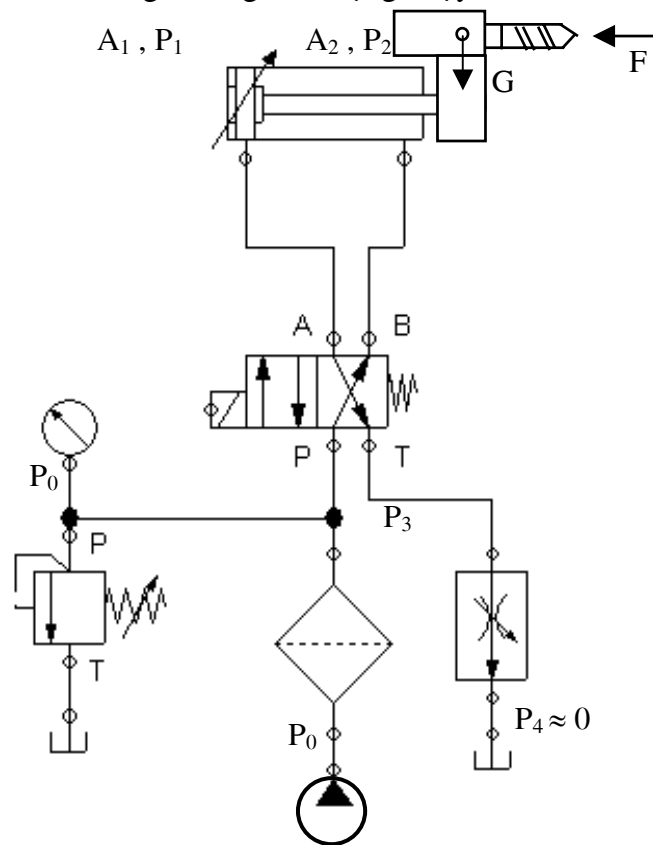
- Tổn thất áp suất trên các ống nối ở đường vào cũng như đường ra có thể lấy:

$$\Delta p_4 = 0,3 \text{ bar}.$$

- Nếu như không kể tổn thất áp suất trên đường ra lắp sau van tiết lưu có thể lấy:  $p_4 \approx 0$  và van tiết lưu cần đảm bảo áp suất ở đường ra là  $2 \text{ bar}$ , do đó:  $p_5 = 2 \text{ bar}$ .

- Với các trị số trên ta tính áp suất trong buồng có tiết diện  $F_2$  là:

$$p_2 = p_5 + \Delta p_1 + \Delta p_3 + \Delta p_4 = 2 + 0,15 + 1,25 + 0,3 = 3,7 \approx 4 \text{ bar}$$



- Lực ma sát giữa sòng trượt sinh ra do tải bàn máy:

$$P_{ms} = \mu G = 0,2 \cdot 4000 = 800 \text{ N.}$$

- Hiệu áp giữa hai buồng xilanh cần phải thắng lực chạy dao và lực ma sát, do đó phương trình cân bằng tĩnh học của lực tác dụng lên pittông:

$$p_1 F_1 - P_{\max} - P_{ms} - p_2 F_2 = 0$$

Suy ra :  $p_1 = 14,8 \text{ bar.}$

- Nếu tính đến các tổn thất trên các đường vào , thì áp suất cần thiết ở cửa ra của bơm dầu là:

$$p_0 = p_1 + \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_4 \approx 16,5 \text{ bar.}$$

- Nếu tính đến tổn thất do bộ lọc gây nên và đảm bảo áp suất ở đường ra ta lấy  $p_0 = 20 \text{ bar.}$

- Nếu lấy vận tốc lùi dao nhanh là  $v_0 = 5000 \text{ mm/min}$  thì lưu lượng cần thiết để chạy dao nhanh là:

$$Q_0 = F_2 \cdot v_0 = 50 \cdot 500 = 25 \cdot 10^3 \text{ cm}^3/\text{min} = 25 \text{ l/min.}$$

- Đây là lưu lượng cần thiết lớn nhất nhất mà bơm dầu phải đảm bảo, do đó nó cũng là lưu lượng danh nghĩa của bơm, tức là:

$$Q = 25 \text{ l/min.}$$

- Van tràn cần phải lựa chọn loại có lưu lượng lớn hơn  $Q = 25 \text{ l/min.}$  Do đó chọn loại có  $Q = 30-40 \text{ l/min.}$

- Để xác định tổn thất dầu ép, ta cần biết lưu lượng cần thiết khi thực hiện lượng chạy dao nhỏ nhất, tức là:

$$Q_{\min} = F_1 \cdot v_{\min} = 100 \cdot 2 = 200 \text{ cm}^3/\text{min} = 0,2 \text{ l/min.}$$

Khi thực hiện lượng chạy dao nhỏ nhất, lượng dầu qua van tràn sẽ là:

$$Q_t = Q - Q_{\min} = 25 - 0,2 = 24,8 \text{ l/min.}$$

- Toàn bộ năng lượng của lưu lượng này biến thành nhiệt, gây nên tổn thất công suất:

$$N = \frac{Q_t p_0}{612} = \frac{24,8 \cdot 20}{612} = 0,81 \text{ kW}$$

- Nếu lấy tổng hiệu suất của bơm dầu là  $\mu = 0,7$  thì công suất cần thiết của động cơ điện là:

$$N_n = \frac{Q \cdot p_0}{612 \eta} = \frac{20 \cdot 25}{612 \cdot 0,7} = 1,16 \text{ kW.}$$

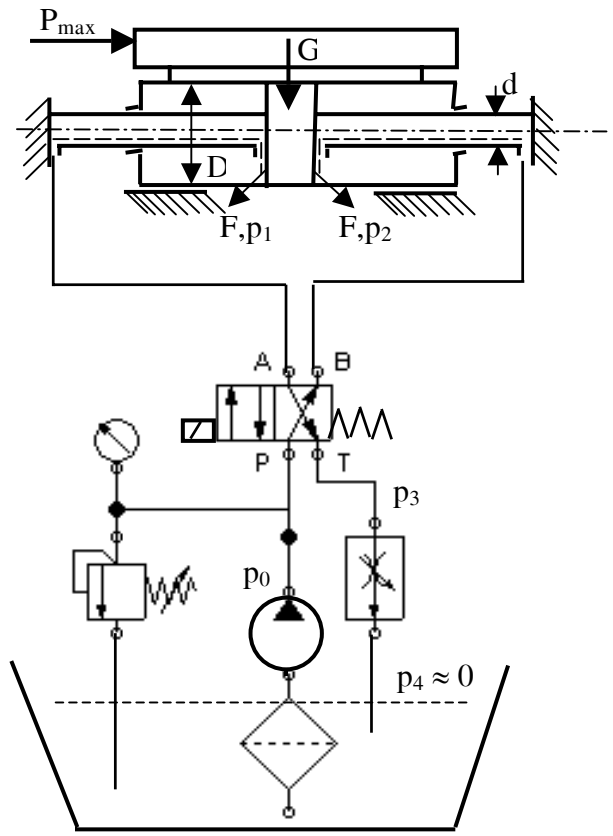
**BÀI TẬP CHƯƠNG 6**

**Bài 1:**

Tính toán hệ thống dầu ép của máy mài. Sơ đồ nguyên lý được mô tả ở hình BT6.1.

Các thông số của hệ thống được cho biết:

- Vận tốc dịch chuyển lớn nhất của bàn máy mài:  $v_{max} = 2 \cdot 10^4$  mm/min
- Vận tốc dịch chuyển nhỏ nhất của bàn máy mài:  $v_{min} = 100$  mm/min
- Khối lượng bàn máy:  $G = 300$  kG
- Lực cắt lớn nhất:  $P_{max} = 1000$  N
- Hệ số ma sát:  $\mu = 0.1$
- Chiều dài ống dẫn từ van đảo chiều đến xy lanh là  $l_1 = 2$  m, từ bơm dầu đến van đảo chiều  $l_2 = 1$  m, từ van đảo chiều đến van tiết lưu  $l_3 = 1$  m.



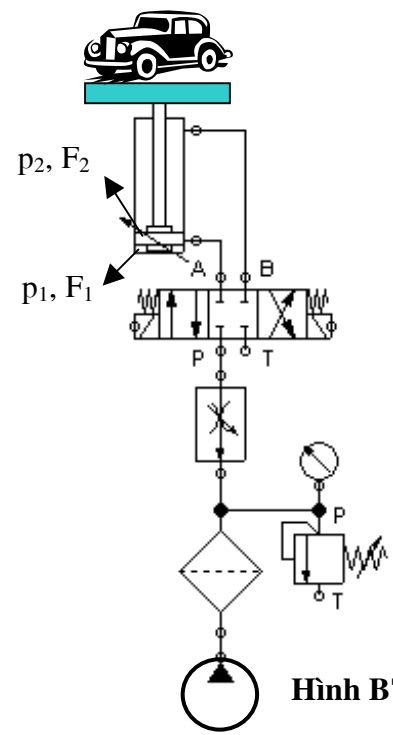
**Hình BT6.1**

**Bài 2:**

Tính toán hệ thống nâng xe ô tô ở các trạm bảo hành, rửa xe. Sơ đồ nguyên lý được mô tả ở hình BT6.2.

Các thông số của hệ thống được cho biết:

- Khối lượng của xe:  $G=1000$ kG
- Vận tốc nâng nhỏ nhất:  $v_{min} = 100$  mm/min
- Vận tốc nâng lớn nhất:  $v_{max} = 1200$  mm/min
- Hành trình nâng xe:  $L=1000$ mm
- Đường kính trong của xy lanh:  $D = 250$  mm
- Tỷ số  $F_1/F_2 = 2$
- Bề dày của piston :  $H = 100$  mm, chiều dài của cần piston :  $L = 1200$  mm.
- Bàn nâng xe có khối lượng  $G_t = 160$  kG.
- Hệ số ma sát:  $\mu = 0.1$



**Hình BT6.2**

## PHẦN III

# PHÂN TÍCH VÀ THIẾT KẾ

## CHƯƠNG 7

# THIẾT KẾ MẠCH ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG KHÍ NÉN – THỦY LỰC

---

- **Biểu diễn chức năng của quá trình điều khiển**
  - *Biểu đồ trạng thái*
  - *Sơ đồ chức năng*
  - *Lưu đồ tiến trình*
- **Các phương pháp điều khiển**
  - *Điều khiển tùy chọn*
  - *Điều khiển theo hành trình*
  - *Điều khiển theo thời gian*
  - *Điều khiển phối hợp*
- **Thiết kế mạch điều khiển điện – thủy – khí**
  - *Nguyên tắc thiết kế*
  - *Phân tích và thiết kế*
- **Thiết kế mạch điều khiển bằng lập trình**
  - *Công cụ thiết kế*
  - *Viết chương trình điều khiển*

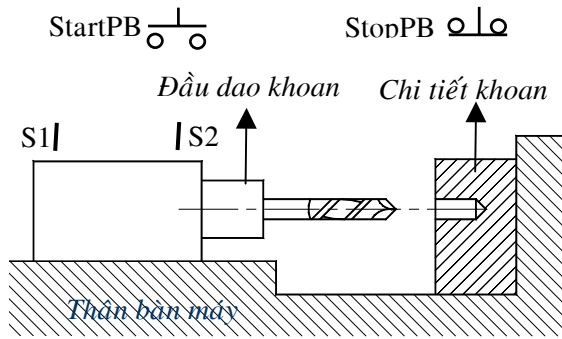
Trong kỹ thuật điều khiển, các hoạt động của các cơ cấu trong hệ thống điều khiển tự động đều xuất phát từ các phương trình chuyển động được xây dựng trên nguyên lý làm việc của hệ thống. Các phương trình này là hàm tích hợp những giá trị của tín hiệu vào và tín hiệu ra và được viết dưới dạng các biến số của đại số Bool.

Quá trình định nghĩa tín hiệu vào ra đầy đủ, tuân thủ nguyên lý hoạt động của hệ thống để xây dựng được các hàm tối ưu, tức giảm thiểu được tối đa các phần tử logic trong thiết kế là một nhiệm vụ quan trọng trong kỹ thuật điều khiển.

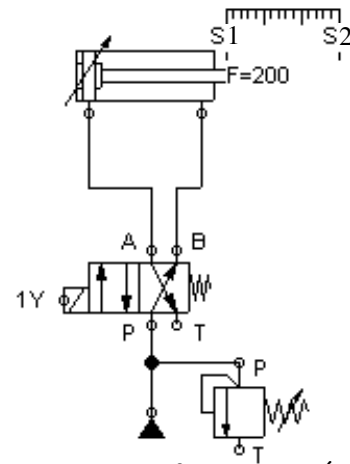
Tùy theo mức độ đơn giản hay phức tạp của hoạt động hệ thống ta có thể có ít hay nhiều phương trình điều khiển.

**Ví dụ:** Cơ cấu một đầu khoan tự động thủy lực mô tả **hình 7.1**, với yêu cầu kỹ thuật như sau:

Đưa chi tiết cần khoan vào vị trí cần khoan, khi đó ta ấn nút Start PB, đầu khoan tịnh tiến đến và khoan chi tiết. Đạt đến chiều sâu cần thiết (S2) đầu khoan tự động quay về. Trong quá trình khoan nếu xảy ra sự cố ta ấn nút Stop PB đầu khoan tự động lùi về.



**Hình 7.1 – Cơ cấu khoan**



**Hình 7.2 – Mạch thủy lực cơ cấu khoan**

- Qua phân tích nguyên lý làm việc của cơ cấu khoan ta thiết kế được mạch động lực như **hình 7.2**.
- Phương trình điều khiển được viết như sau:

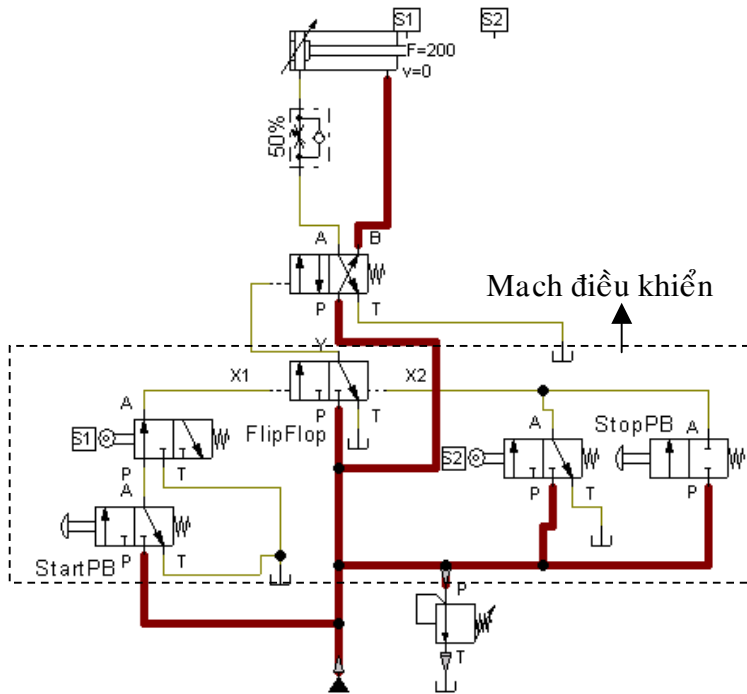
$$K = \{[(\text{StartPB} \wedge S1) \vee K] \wedge \overline{S2}\} \wedge \overline{\text{StopPB}}$$

- Phương trình tải:

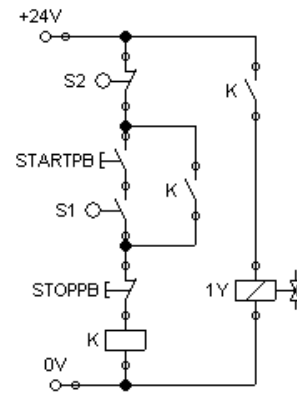
$$1Y = K$$

Trong đó: - hàm K được xem là cuộn dây của relay mạch điện.  
 - 1Y là cuộn dây của van điện từ thủy lực.

- Dựa vào phương trình điều khiển và phương trình tải, mạch điện điều khiển được thiết kế như **hình 7.3** và mạch điều khiển bằng thủy lực **hình 7.4**.



Hình 7.4 - Mạch điều khiển bằng thủy lực



Hình 7.3 – Mạch điện điều khiển

### 7.1. LÝ THUYẾT ĐẠI SỐ BOOLE

#### 7.1.1. các phép biến đổi hàm một biến

| PHƯƠNG TRÌNH           | MẠCH ĐIỆN | MẠCH LOGIC |
|------------------------|-----------|------------|
| $A \wedge 0 = 0$       |           |            |
| $A \wedge 1 = A$       |           |            |
| $A \wedge A = A$       |           |            |
| $A \wedge \bar{A} = 0$ |           |            |
| $\bar{\bar{A}} = A$    |           |            |
| $A \vee 0 = A$         |           |            |
| $A \vee 1 = 1$         |           |            |
| $A \vee A = A$         |           |            |
| $A \vee \bar{A} = 1$   |           |            |



7.1.2. Các luật cơ bản của đại số Boole

7.1.2.1. Luật hoán vị

| PHƯƠNG TRÌNH              | MẠCH ĐIỆN | MẠCH LOGIC |
|---------------------------|-----------|------------|
| $A \wedge B = B \wedge A$ |           |            |
|                           |           |            |
| $A \vee B = B \vee A$     |           |            |
|                           |           |            |

7.1.2.2. Luật kết hợp

| PHƯƠNG TRÌNH                                    | MẠCH ĐIỆN | MẠCH LOGIC |
|-------------------------------------------------|-----------|------------|
| $(A \wedge B) \wedge C = A \wedge (B \wedge C)$ |           |            |
|                                                 |           |            |
| $(A \vee B) \vee C = A \vee (B \vee C)$         |           |            |
|                                                 |           |            |

7.1.2.3. Luật phân phối

| PHƯƠNG TRÌNH                                           | MẠCH ĐIỆN | MẠCH LOGIC |
|--------------------------------------------------------|-----------|------------|
| $(A \wedge B) \vee (A \wedge C) = A \wedge (B \vee C)$ |           |            |
|                                                        |           |            |
| $(A \vee B) \wedge (A \vee C) = A \vee (B \wedge C)$   |           |            |
|                                                        |           |            |

7.1.2.3. Luật hấp thụ

| PHƯƠNG TRÌNH              | MẠCH ĐIỆN | MẠCH LOGIC |
|---------------------------|-----------|------------|
| $A \vee (A \wedge B) = A$ |           |            |
|                           |           |            |
| $A \wedge (A \vee B) = A$ |           |            |
|                           |           |            |

7.1.2.4. Luật bù

| PHƯƠNG TRÌNH                             | MẠCH ĐIỆN | MẠCH LOGIC |
|------------------------------------------|-----------|------------|
| $A \vee (\bar{A} \wedge B) = A \vee B$   |           |            |
|                                          |           |            |
| $A \wedge (\bar{A} \vee B) = A \wedge B$ |           |            |
|                                          |           |            |

7.1.2.5. Luật De Morgan

| PHƯƠNG TRÌNH                                   | MẠCH ĐIỆN | MẠCH LOGIC |
|------------------------------------------------|-----------|------------|
| $\overline{A \wedge B} = \bar{A} \vee \bar{B}$ |           |            |
|                                                |           |            |
| $\overline{A \vee B} = \bar{A} \wedge \bar{B}$ |           |            |
|                                                |           |            |

**Ví dụ:** Đơn giản phương trình sau:

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

**Giải:**

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

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

Theo phép biến đổi hàm 1 biến thì:

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

Do đó:

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

**Ví dụ:** Đơn giản phương trình sau:

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

**Giải:**

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

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

Theo phép biến đổi hàm 1 biến thì:

$$\bar{A} \wedge A = 0 \text{ và } B \wedge B = B$$

Suy ra:

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

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

**Ví dụ:** Đơn giản phương trình sau:

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

**Giải:**

Theo luật De Morgan ta có thể viết lại như sau:

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

Cũng theo luật De Morgan ta viết lại:

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

Theo phép biến đổi hàm 1 biến thì:

$$\bar{\bar{A}} = A \text{ và } \bar{\bar{D}} = D$$

Do đó:

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

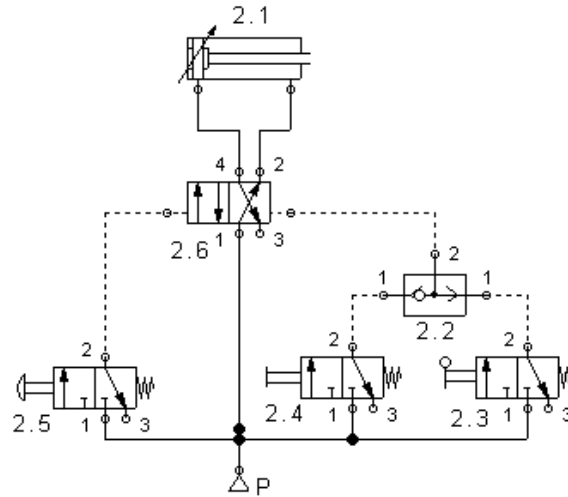
**II. PHÂN LOẠI PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN**

**1. Điều khiển tùy chọn**

Điều khiển tùy thuộc là điều khiển thường các tác động được thực hiện bằng tay hay bằng chân. Trong điều khiển khí nén – thủy lực tùy thuộc tín hiệu đầu vào là các van tác động bằng tay, chúng kích hoạt các pít tông dịch chuyển về phía trước hoặc trở về vị trí ban đầu theo mong muốn.

**Hình 7.5** mô tả mạch đập đơn giản điều khiển tùy chọn. Gồm một van 4/3 có nhớ 2.6, một phần tử OR và 3 van tác động tín hiệu bằng tay.

Tất cả những điều khiển tùy thuộc đòi hỏi vận hành của con người mới trở nên hiệu lực. Điều khiển tùy thuộc thích hợp ở bất cứ nơi đâu mà ta không quan tâm đến chu trình làm việc tự động của hệ thống. Nói một cách khác, đây là một loại điều khiển phù hợp đối với những hệ thống hoạt động đơn giản, thí dụ như kẹp chặt, nâng chuyển, định vị...đồng thời nó cũng là cội nguồn của hệ thống phức tạp nữa đó là chi tiết cần thiết cho sự khởi động hay ngừng khẩn cấp tác động trong các máy tự động.

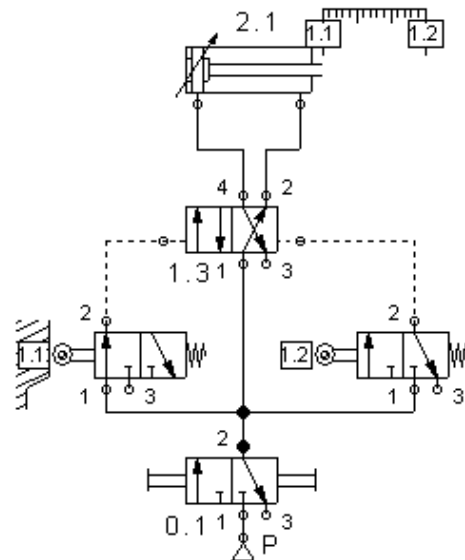


**Hình 7.5** điều khiển tùy thuộc

**2. Điều khiển theo hành trình**

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

Các tín hiệu hành trình được kích trực tiếp từ cần pit tông ở cuối của mỗi hành trình. Tuy nhiên để thực hiện những nhiệm vụ hoặc những yêu cầu nào đó, ta có bố trí các tín hiệu hành trình ở những vị trí bất kỳ trên khoảng chạy của pít tông. **Hình 7.6** mô tả một mạch làm việc được lập đi lặp lại. Ngay khi nguồn khí cung cấp được mở bởi van 0.1, pít tông được khởi động qua lại trong xy lanh cho tới khi nguồn khí cung cấp được đóng lại. Van tác động con lăn 1.1 và 1.2 được bố trí như các hành trình để đưa tín hiệu tới van nhớt trạng thái 4/2 1.3 khi cần pit tông chạm vào con lăn.

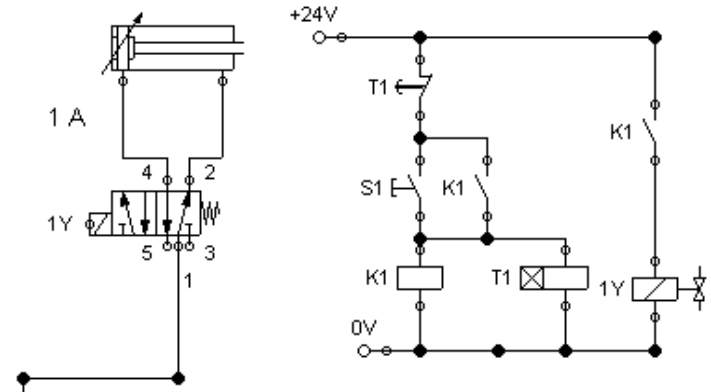


**Hình 7.6** Điều khiển theo hành trình

**3. Điều khiển theo thời gian**

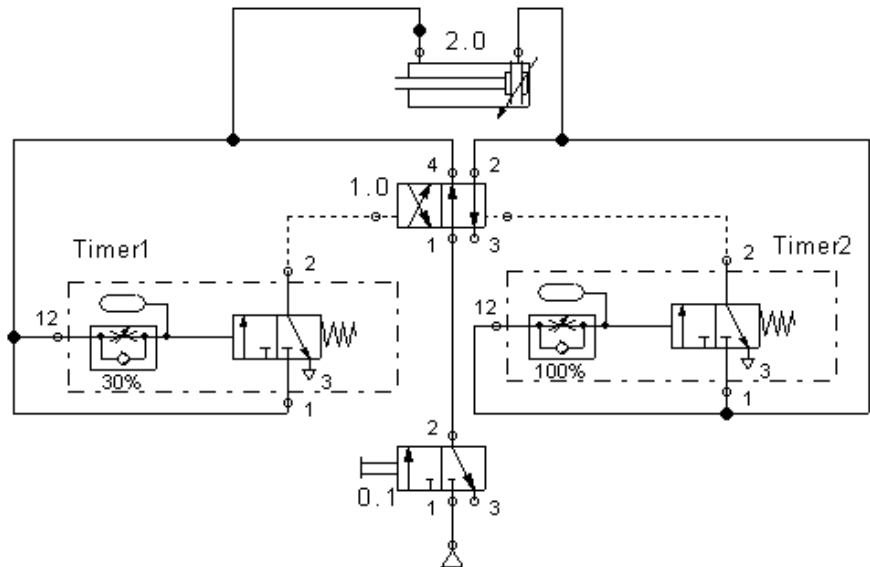
Điều khiển theo thời gian là trạng thái điều khiển của hệ thống tác động chỉ phụ thuộc vào đại lượng thời gian của các phần tử định thời. Các phần tử định thời có thể là khí nén, dầu ép hoặc điện.

**Hình 7.7** mô tả hệ thống ép ủ hơi kết nóm. Khi nhấn nút ấn S1 van đảo chiều 1Y đổi vị trí, pittông 1A đi lên để ép kết nóm, đồng thời dòng điện vào phần tử relay thời gian T1. Sau thời gian t thì pittông sẽ đi xuống trở về vị trí ban đầu.



**Hình 7.7** Điều khiển theo thời gian

**Hình 7.8** là cơ cấu điều khiển dịch chuyển pittông khí nén để đẩy các sản phẩm theo nguyên lý thời gian. Với các phần tử thời gian sử dụng nguồn năng lượng lưu chất thì chỉ hoạt động ở hai vị trí cuối của xylanh khí nén. Thời gian trì hoãn phụ thuộc vào độ hiệu chỉnh của van tiết lưu.

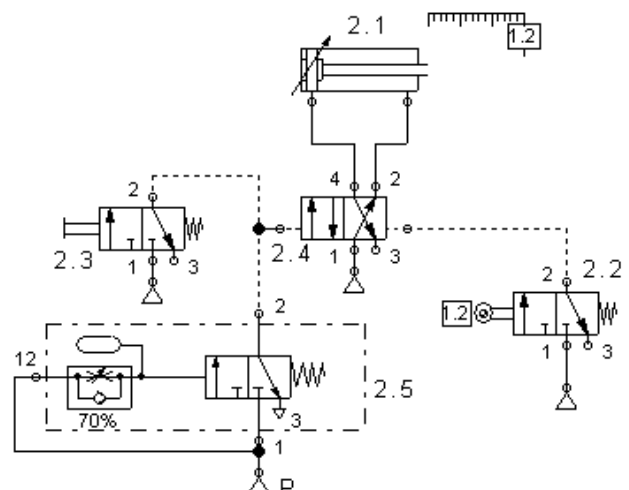


**Hình 7.8** – Điều khiển theo thời gian bằng lưu chất khí nén

**4. Điều khiển phối hợp**

Điều khiển phối hợp là điều khiển phối các điều khiển trên.

**Hình 7.9** là mô tả mạch điều khiển của cơ cấu ép phối hợp 3 thành phần điều khiển: tùy chọn (2.3), hành trình (2.2) và thời gian (2.5). Bình thường khi cấp nguồn năng lượng thì phần tử 2.5 xác lập thời gian và sau thời gian này thì có dòng năng lượng tạo ra nhưng nó đi qua cửa xả của 2.3 không đủ áp để kích van 2.4. Ngược lại nếu tác động 2.3 mà 2.5 chưa xác lập thì dòng năng lượng được tạo ra cũng không kích cho van 2.4 hoạt động. Tín hiệu kích van 2.4 dịch chuyển với điều kiện đồng thời nút nhấn 2.3 được tác động và sau thời gian xác lập của phần tử 2.5. Khi pittông

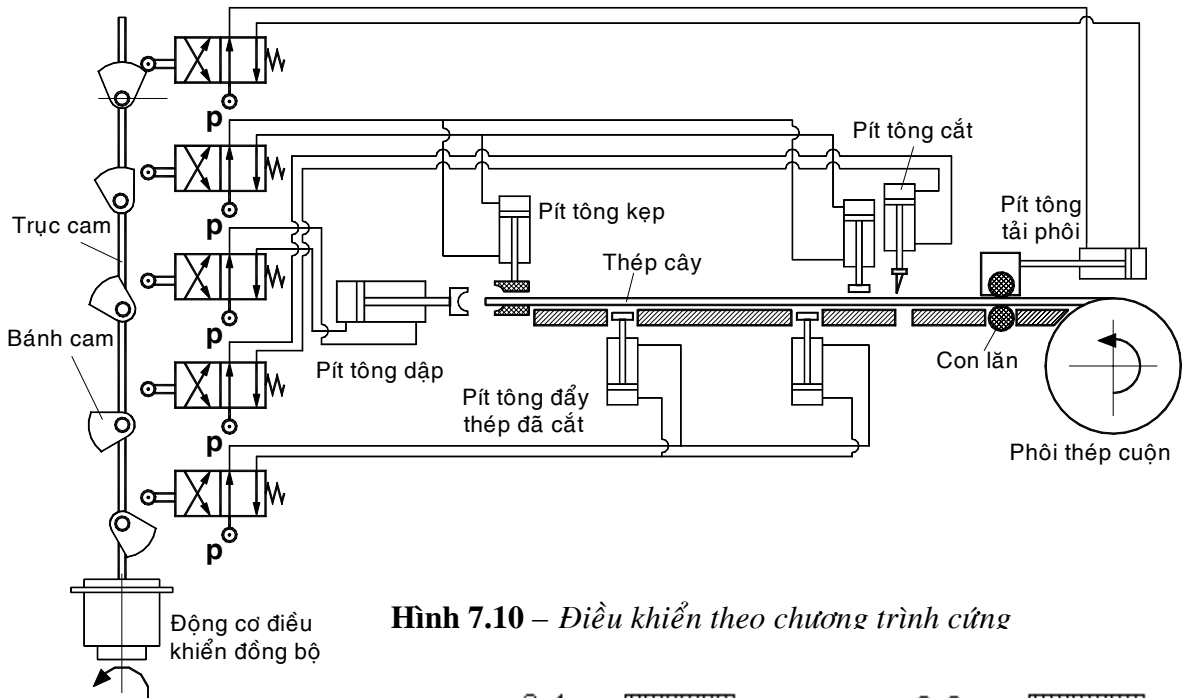


**Hình 7.9** – Điều khiển ép phối hợp

ép đi ra và chạm vào công tắc hành trình 1.2 thì van 2.4 bị kích ngược lại và pittông lại trở về vị trí ban đầu.

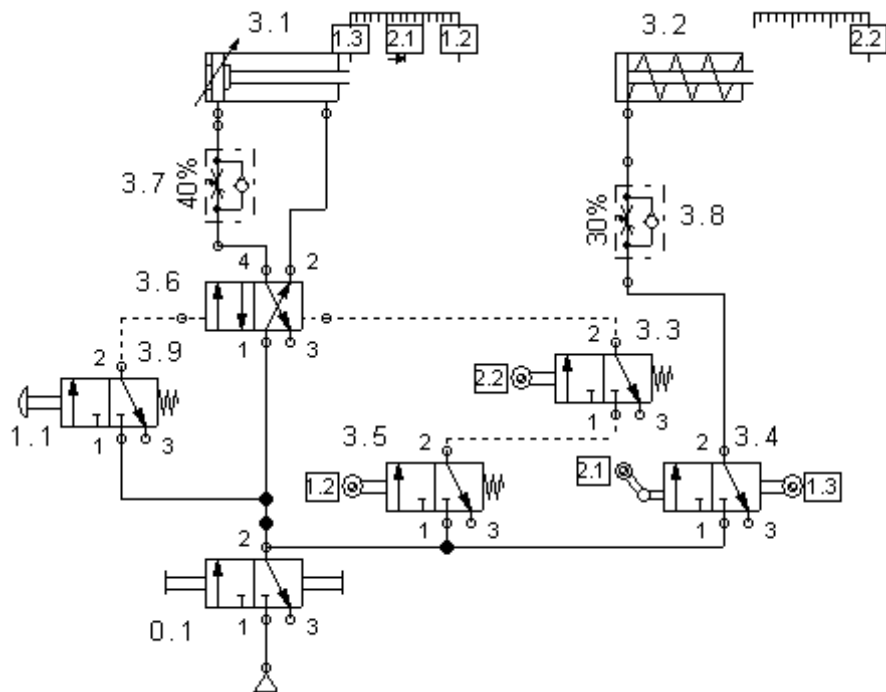
**5. Điều khiển theo chương trình cứng**

Các điều khiển máy móc hoàn toàn tự động được phân theo ý muốn và được chỉ định theo các điều khiển chương trình hoặc các điều khiển liên tục. Cả hai hệ thống có những ích lợi và những bất lợi. Với điều khiển chương trình, các tác động được thi hành theo sự thỏa thuận với một chương trình định nghĩa trước. Thông thường bộ chương trình bao gồm một cái trục được vận hành bằng điện lắp với một số cam (chi tiết cam cơ khí)



**Hình 7.10 – Điều khiển theo chương trình cứng**

điều khiển một số van tương ứng. Chương trình được biên dịch bởi các cam được lắp đặt chính xác và tốc độ quay của trục cam. Hình khai triển 7.10 mô tả một điều khiển theo chương trình cứng điều khiển máy nong đầu cắt ống nhựa theo kích thước. Tốc độ của động cơ vận hành đồng bộ thích ứng với khoảng thời gian của một chu kỳ làm việc đầy đủ hoàn tất trong



**Hình 7.11 – Điều khiển tuần tự bán tự động**

một vòng quay. Mỗi xy lanh tác động kép được điều khiển bởi van tác động con lăn 4/2 với lò xo trả về vị trí ban đầu.

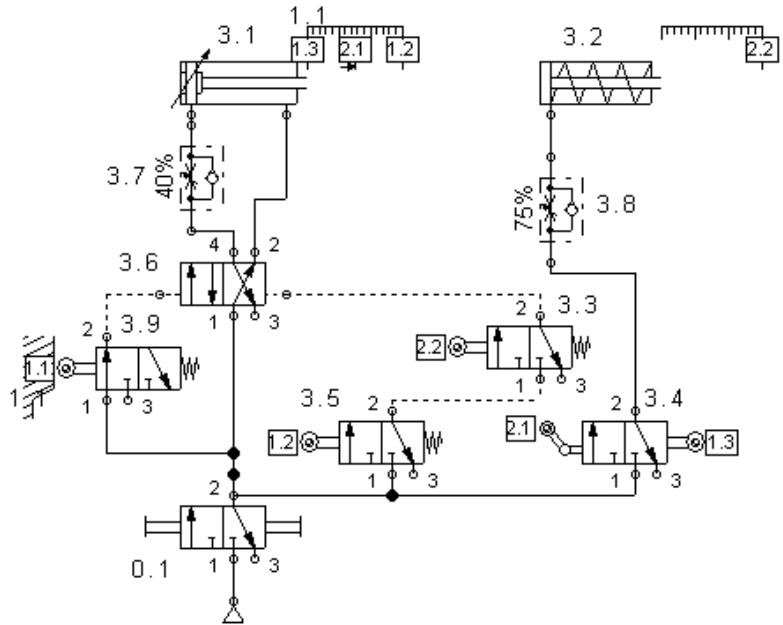
**6. Điều khiển tuần tự**

Cơ bản như phương pháp điều khiển phụ thuộc hành trình, điều khiển tuần tự bao gồm các phần tử chức năng định thời. Nguyên tắc của điều khiển tuần tự là hoạt động của phần tử trước sẽ khởi tạo hoạt động phần tử kế tiếp. Nếu một hoạt động của một phần tử nào đó bị lỗi dù bất kỳ lý do gì gây nên các phần tử tiếp theo sau không được khởi tạo và toàn bộ hệ thống sẽ bị dừng.

Điều khiển tuần tự được thiết kế cho các vận hành tự động hoặc bán tự động. Bán tự động khi tín hiệu khởi động phải được tác động bằng tay cho mỗi lần chạy.

**Hình 7.11** mô tả mạch điều khiển tuần tự bán tự động.

**Hình 7.12** mô tả mạch điều khiển tuần tự hoàn toàn tự động.



**Hình 7.12** – Mạch điều khiển tuần tự tự động

**7.3. PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ MẠCH ĐIỀU KHIỂN**

Mạch điều khiển được xem như là một quả tim của của một hệ thống làm việc khí nén và thủy lực. Do đó nhiệm vụ thiết kế hoàn chỉnh một mạch điều khiển đảm bảo được sự đúng đắn về nguyên lý hoạt động, đơn giản, tin cậy, ổn định và linh hoạt là hế sức được quan tâm. Muốn như vậy, cơ bản ta phải thực hiện trình tự những bước sau:

- *Biểu diễn sơ đồ chức năng của quá trình điều khiển.*
- *Viết chương trình điều khiển của các bước làm việc trong quá trình.*
- *Xây dựng mạch điều khiển trên cơ sở của phương trình điều khiển.*

**7.3.1. Biểu diễn chức năng của quá trình điều khiển**

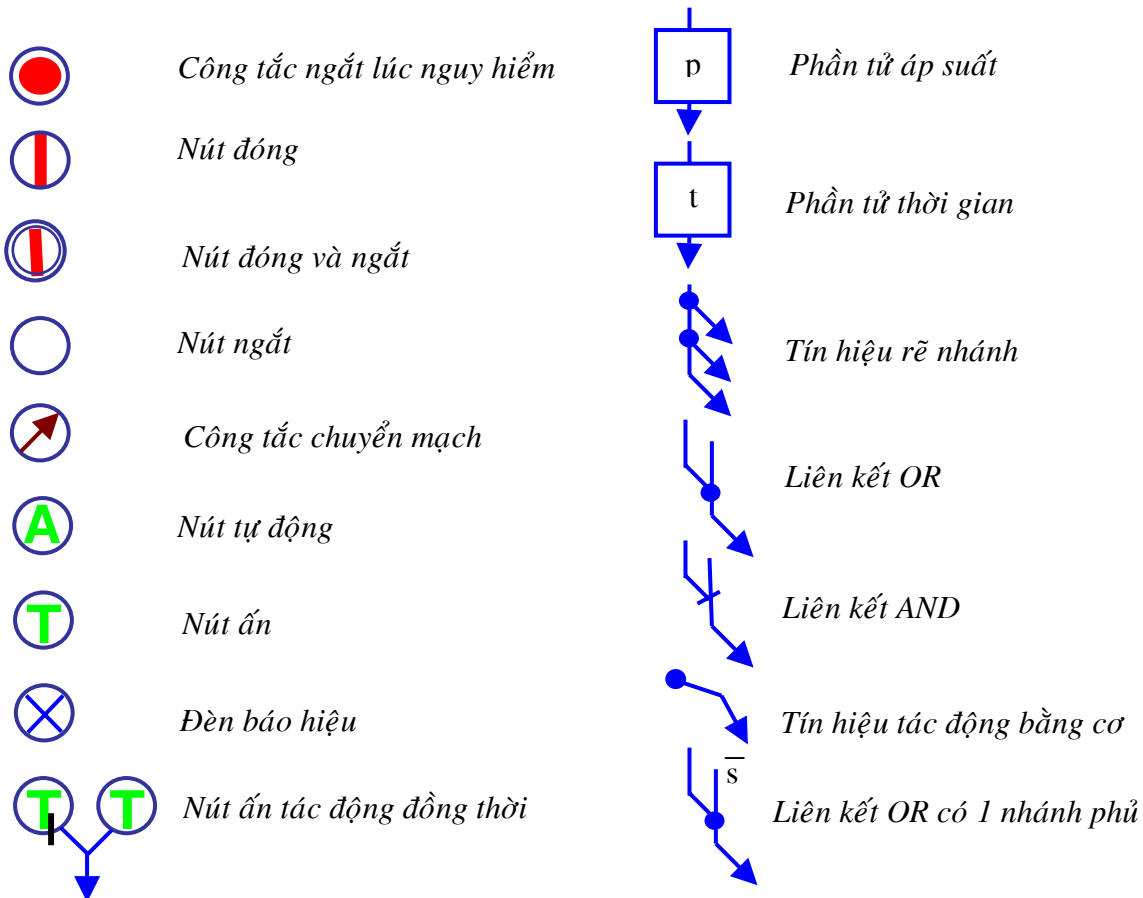
Tùy thuộc vào tính năng làm việc của hệ thống mà trong một hệ thống điều khiển có thể có một hay nhiều mạch điều khiển thực hiện các nhiệm vụ riêng biệt. Mặt khác, hầu hết trong các hệ thống, công nghệ tự động hiện đại có sự kết hợp rất nhiều các cơ cấu chấp hành khác nhau rất đa dạng: Cơ khí, khí nén, thủy lực, Điện... do đó trong quá trình điều khiển, tất yếu là nhiều hệ thống điều khiển được kết hợp với nhau, ví dụ: điều khiển khí nén kết hợp với điện, thủy lực, điều khiển theo chương trình PLC, máy tính... Để đơn

giản quá trình điều khiển cũng như tối ưu và đơn giản thiết kế ta phải thực hiện nhiệm vụ biểu diễn chức năng của quá trình điều khiển đầy đủ và hoàn chỉnh nhất.

**7.3.1.1. Biểu đồ trạng thái**

**7.3.1.1.1. Kí hiệu**

Các kí hiệu biểu diễn biểu đồ trạng thái của quá trình điều khiển được mô tả hình 7.13.



**Hình 7.13** – Kí hiệu biểu diễn biểu đồ trạng thái

**7.3.1.1.2. Thiết kế biểu đồ trạng thái**

Biểu đồ trạng thái biểu diễn các trạng thái hoạt động của các phần tử trong hệ thống, mối liên hệ giữa các phần tử và trình tự chuyển mạch của các phần tử. Do đó nó được xem như là cơ sở thể hiện nguyên lý hoạt động của một hệ thống.

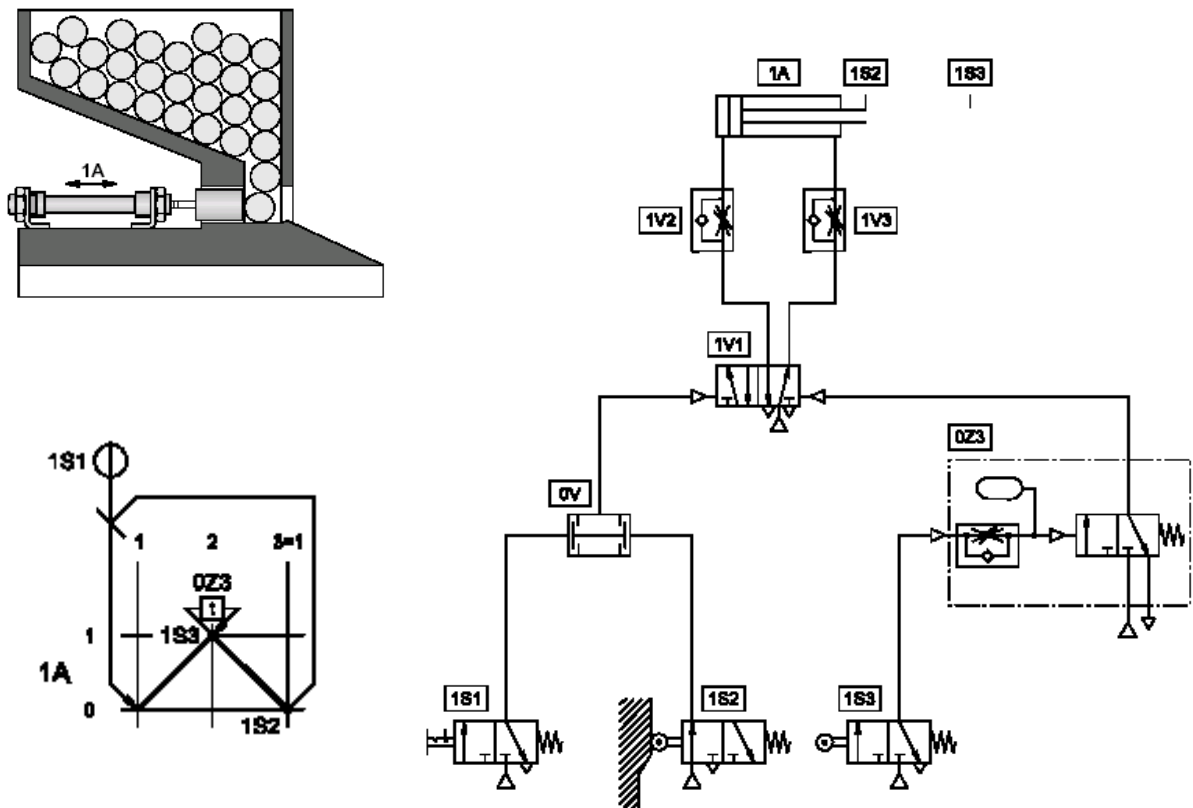
Trục tung của biểu đồ trạng thái là biểu diễn trạng thái ( hành trình chuyển động, áp suất, góc quay,...). Trục hoành biểu diễn các bước thực hiện hoặc là thời gian hành trình. Hành trình làm việc được chia thành nhiều bước. Sự thay đổi trạng thái các bước được biểu diễn bằng các đường nét đậm. Sự liên kết các tín hiệu được thể hiện bằng các nét nhỏ và chiều tác động được biểu diễn bằng mũi tên.

***Ví dụ: thiết kế biểu đồ trạng thái của quy trình điều khiển sau:***

Xy lanh tác dụng kép 1A dẫn hướng các phôi cục tròn đến một khâu làm việc kế tiếp. Ở hai phía đầu và cuối hành trình có gắn 2 cỡ hành trình 1S2 và 1S3. Pittông dịch chuyển đẩy phôi(hành trình đi) khi đồng thời 1S2 và nút nhấn 1S1 được tác động. Thời



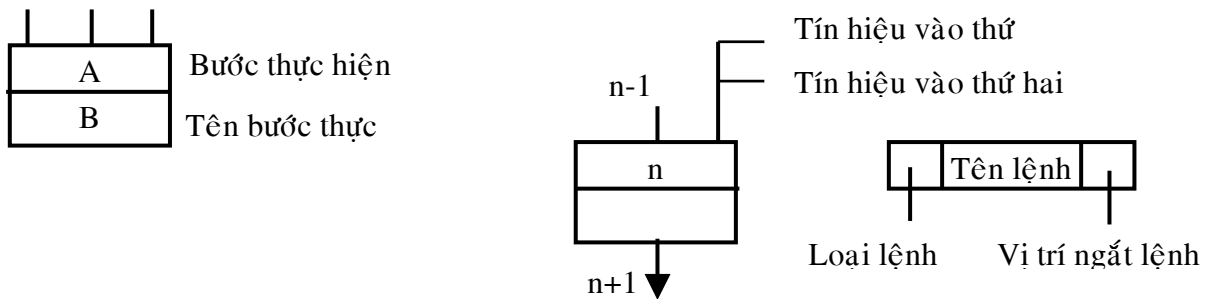
gian của hành trình đi là  $t_1 = 0.6$  s, thời gian hành trình về là  $t_2 = 0.4$  s, thời gian pittông lưu trú tại vị trí 1S3 là  $t_3 = 1$  s.



**7.3.1.2. Sơ đồ chức năng**

**7.3.1.2.1. Kí hiệu**

Sơ đồ chức năng bao gồm các lệnh và các bước thực hiện. Các bước thực hiện được kí hiệu theo số thứ tự và các lệnh gồm tên loại, loại lệnh và vị trí ngắt của lệnh (hình 7.5).

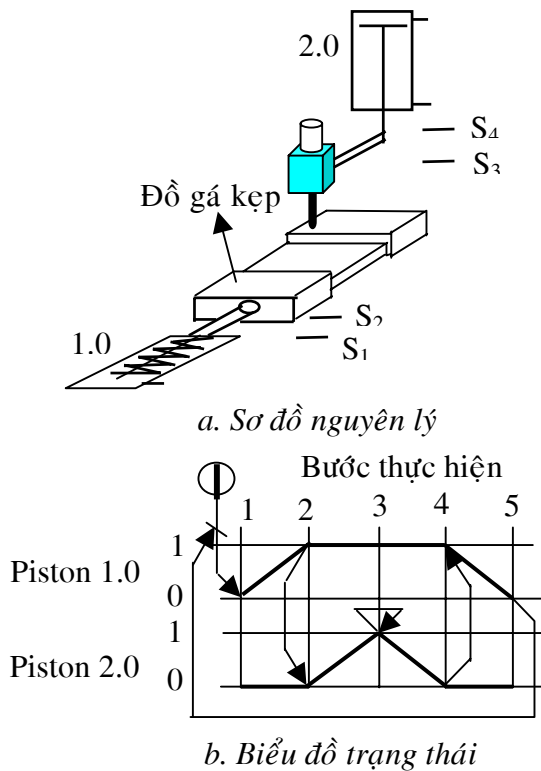


**Hình 7.14 - Kí hiệu các bước và lệnh thực hiện**

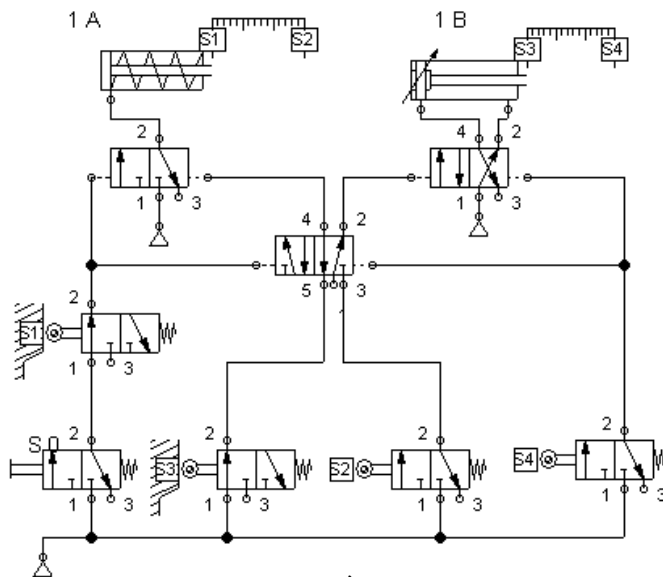
**7.3.1.2.2. Thiết kế sơ đồ chức năng**

**Hình 7.15** mô tả nguyên lý làm việc của máy khoan như sau:

**Hình 7.16** Sơ đồ mạch điều khiển khí nén.



**Hình 7.15** – Nguyên lý làm việc



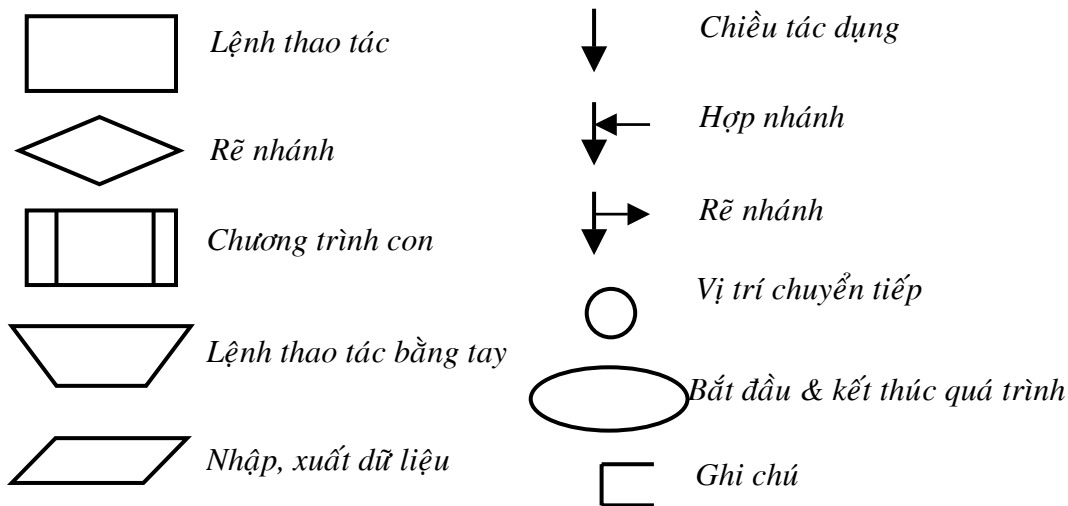
**Hình 7.16** - Sơ đồ mạch khí nén

**7.3.1.3. Lưu đồ tiến trình**

**7.3.1.3.1. Kí hiệu**

Lưu đồ tiến trình là giải thuật (thuật toán) của một quá trình điều khiển. Thể hiện các trình tự hoạt động, những tín hiệu tác động ảnh hưởng đến hệ thống điều khiển.

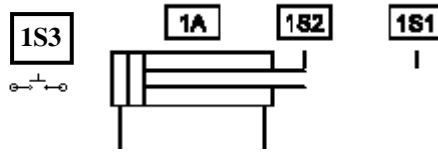
Các kí hiệu và thứ tự vị trí được mô tả ở **hình 7.9**



**Hình 7.17** - Kí hiệu biểu diễn lưu đồ tiến trình

7.3.1.3.2. Thiết kế lưu đồ tiến trình

Nguyên tắc hoạt động của mạch điều khiển ở hình 7.10 được thực hiện như sau:



Hình 7.18 - Nguyên lí hoạt động của mạch điều khiển

- Bước thực hiện thứ nhất:

Khi pittông ở vị trí ban đầu (1S2 =1, 1S3=0) nút nhấn khởi động 1S1 tác động pittông đi ra (1A+).

- Bước thực hiện thứ hai:

Khi pittông đi đến cuối hành trình chạm công tắc 1S2, pittông sẽ lùi về (1A-).

- Bước thực hiện thứ ba:

Tại vị trí ban đầu pittông chạm công tắc 1S2, quá trình điều khiển kết thúc.

*Quá trình điều khiển được viết như sau:*

- Bước thực hiện thứ nhất:

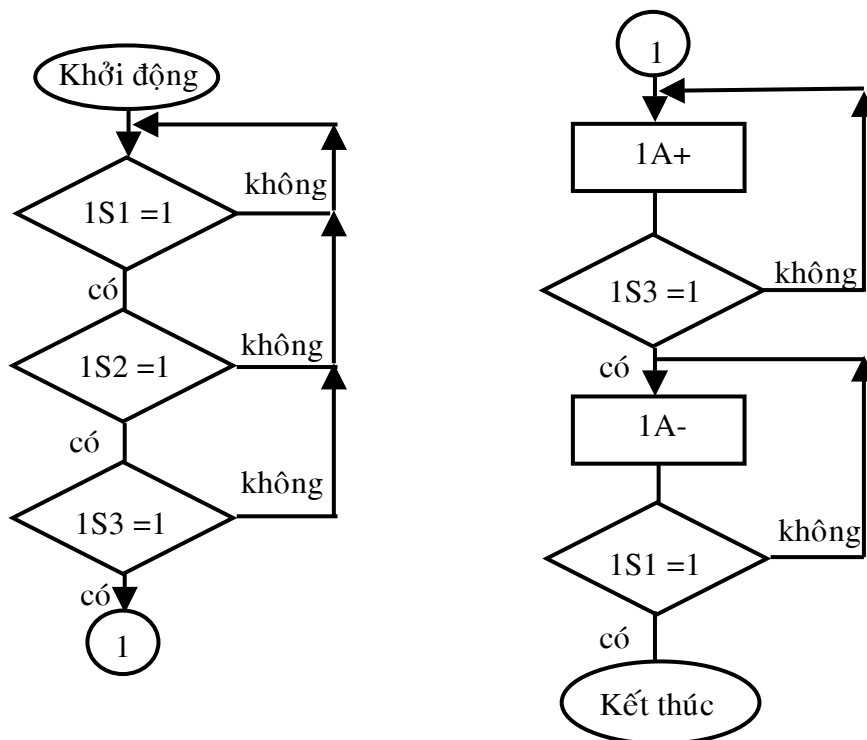
$$1S1 \wedge 1S2 \wedge 1S3 = 1A+ \rightarrow 1S3$$

- Bước thực hiện thứ hai:

$$1S3 = 1A- \rightarrow 1S2$$

- Bước thực hiện thứ ba:

$$1S2 = \text{kết thúc quá trình}$$



Hình 7.19 - Lưu đồ tiến trình điều khiển

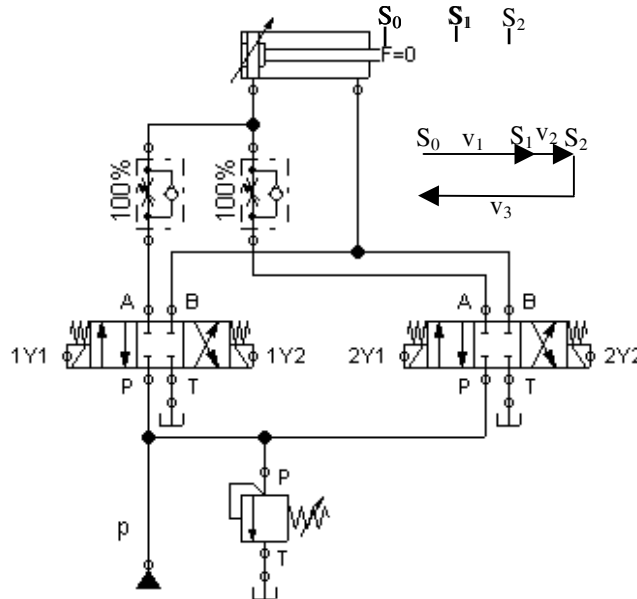
**7.3.2. Viết phương trình điều khiển của hoạt động hệ thống**

- Dựa vào biểu đồ trạng thái hoạt động theo thời gian của quá trình làm việc hệ thống, dựa vào lý thuyết đại số Boole và các phần tử có chức năng nhớ trạng thái ta có thể viết ra được các phương trình các bước điều khiển của quá trình.

- Ta có thể tối ưu các phương trình điều khiển đó tới mức chứa ít tham số biến vào ra càng ít để đơn giản mạch điều khiển và giảm tổn kém về sử dụng các phần tử không cần thiết.

**Ví dụ:**

Quy trình điều khiển piston để nén chặt các bã đậu thành các khối bánh được mô tả ở hình 7.20. Tại các vị trí S<sub>0</sub>, S<sub>1</sub> và S<sub>2</sub> có các công tắc hành trình tương ứng x<sub>0</sub>, x<sub>1</sub> và x<sub>2</sub>. Nút nhấn thực hiện hành trình ép là S<sub>p</sub>. Đầu tiên piston chạy với tốc độ v<sub>1</sub> trong đoạn hành trình không ép S<sub>0</sub>S<sub>1</sub>, và sẽ chạy chậm với v<sub>2</sub> trong hành trình ép S<sub>1</sub>S<sub>2</sub>. Gặp S<sub>2</sub> piston sẽ giật lùi về với vận tốc lớn nhất v<sub>3</sub> và kết thúc chu kỳ ép tại S<sub>0</sub>. (chú ý: v<sub>3</sub> > v<sub>1</sub> > v<sub>2</sub>). Với nguyên lý hoạt động của quy trình ép ta xây dựng được sơ đồ mạch động lực như sau:



Hình 7.20 – Hệ thống ép bã đậu

**Bước 0-1**

Tại vị trí khởi đầu của bước 0 – 1, khi đồng thời S<sub>0</sub> bị tác động và nút S<sub>p</sub> được nhấn thì thực hiện bước 0 – 1, tức là A+ thực hiện. Và nó vẫn thực hiện sau khi ta thả nút nhấn điều này phải nhớ trạng thái của A+.

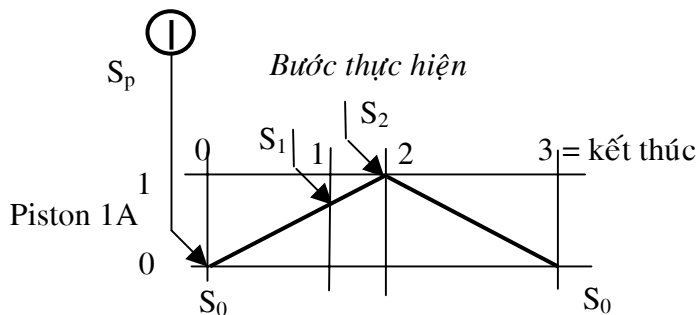
Phương trình viết như sau:

$$K_0 = [(S_p \wedge S_0) \vee K] \wedge \overline{S_1}$$

**Bước 1-2**

- Tại vị trí 1, tín hiệu S<sub>1</sub> tác động kết thúc bước 0-1 và thực hiện bước 1-2, cũng là A+ nhưng vận tốc v<sub>1</sub>. Khi thực hiện 1-2 thì S<sub>1</sub> sẽ thôi tác động, vẫn thực hiện A+ tức là phải nhớ trạng thái này.

- Phương trình viết như sau:



|                     |                |                |                |                |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Xy lanh             | A+             | A+             | A-             | KT             |
| Công tắc hành trình | S <sub>0</sub> | S <sub>1</sub> | S <sub>2</sub> | S <sub>0</sub> |
| Nam châm điện       | 1Y1            | 2Y1            | 1Y2            | 2Y2            |

$$K_1 = [(S_1 \vee K_1) \wedge \overline{S_2}] \wedge \overline{K_2}$$

**Bước 2-3**

- Khi piston gặp S<sub>2</sub> thì kết thúc bước 1-2 và thực hiện bước giạt lùi 2-3 (A-) và kết thúc tại S<sub>0</sub>. Khi thực hiện bước 2-3 thì S<sub>2</sub> thôi tác động nhưng A- vẫn hoạt động, tức phải có nhớ trạng thái của nó.

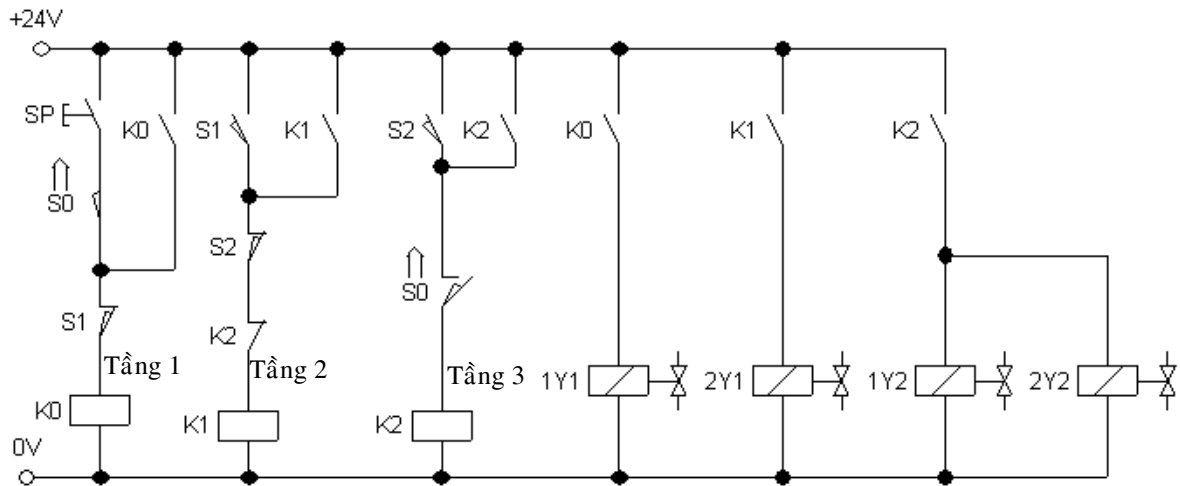
- Phương trình được viết như sau:

$$K_2 = (S_2 \vee K_2) \wedge \overline{S_0}$$

**7.3.3. Vẽ sơ đồ mạch điều khiển**

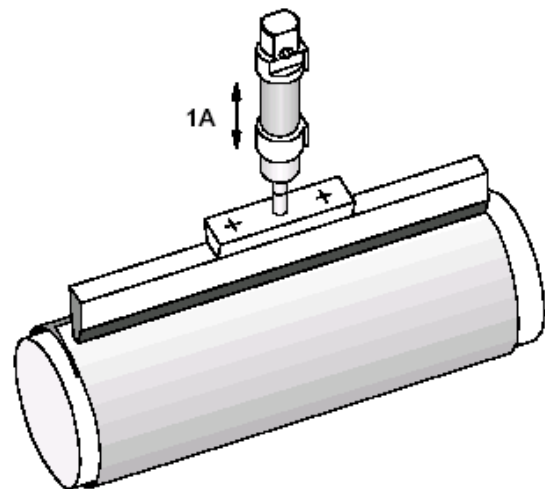
- Mạch điều khiển là tổ hợp các tầng. Tầng là tổ hợp của các phần tử logic điện theo các phương trình điều khiển đã viết được ở trên.

- Mỗi phương trình điều khiển có thể xem như là một tầng. Trong đó K<sub>n</sub> là hàm của các tầng và được gán cho các đầu ra công suất của các van điều khiển.



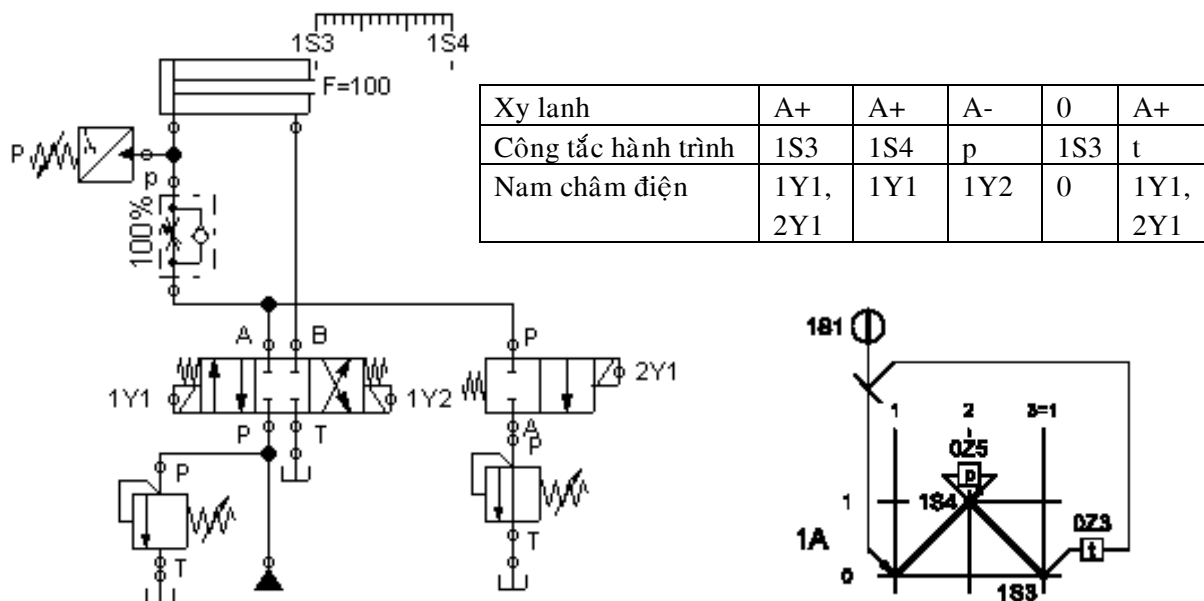
**7.3.4. Ví dụ**

Một thanh hàn nhiệt điện được ép vào một trống tròn xoay được làm mát bằng xy lanh khí nén tác động kép (1A) và hàn tám plastic thành các ống, hình 7.21. Hành trình duỗi ra được kích bằng một nút nhấn 1S1. Hành trình duỗi với áp suất là 4 bar và khi 1S4 được tác động thì bắt đầu ép cho tới áp suất ép tăng đến 8 bar thì piston giạt về. Gặp 1S3 thì piston dừng lại, sau 2 giây thì chu kỳ ép mới lại bắt đầu. Trong mạch sử dụng van 5/2/2 coil. Xây dựng mạch điều khiển của cơ cấu hàn nhiệt điện.



Giải:

- Biểu đồ trạng thái được mô tả hình 7.22.



- Viết phương trình điều khiển

Vì hoạt động của hệ thống được thực hiện liên tục, do vậy trạng thái nhấn của 1S1 tại (1) được duy trì trong suốt quá trình.

$$K_0 = (1S1 \vee K_0)$$

**Bước 1-2**

$$K_1 = [1S1 \wedge 1S3] \vee K_1] \wedge \overline{P}$$

$$K_2 = K_1 \wedge \overline{1S4}$$

$$1Y1 = K_1$$

$$2Y1 = K_2$$

**Bước 2-3**

$$K_3 = p \vee K_3) \wedge \overline{1S3}$$

$$1Y2 = K_3$$

**Bước 3-1** Thực hiện chu kỳ mới kế tiếp sau khoảng thời gian trì hoãn t.

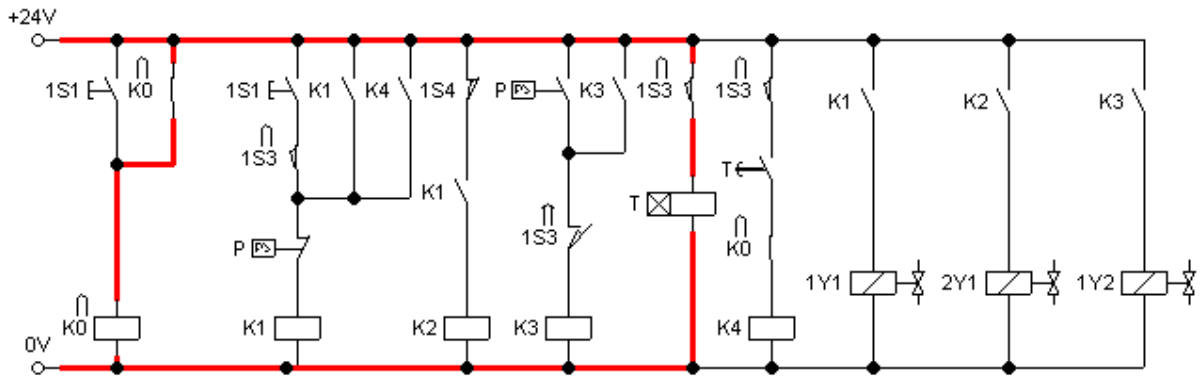
$$K_4 = 1S3 \wedge t \wedge K_0$$

$$K_1 = (K_4 \vee K_1)$$

Ta có thể sử dụng luật kết hợp để tối ưu các tầng ở bước 1-2 và 3-1.

- Xây dựng mạch điện điều khiển



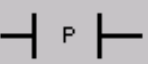

Căn cứ vào số phương trình ở trên ta có số tầng tương ứng. Mạch được thể hiện dưới đây:



**7.4. ĐIỀU KHIỂN BẰNG LẬP TRÌNH**

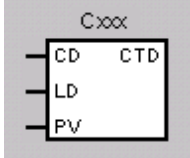
- Trên đây, chúng ta đã sử dụng lý thuyết đại số Boole, các phần tử nhớ để tổ hợp thành các phương trình điều khiển và sử dụng các luật logic để tối ưu chúng. Bước kế tiếp mới tiến hành xây dựng mạch điều khiển trên tổ hợp đã tối ưu được.
- Với phương thức này sẽ gặp nhiều khó khăn đối với những hệ thống có quá trình hoạt động phức tạp, hệ thống đòi hỏi phải thay đổi các thông số làm việc thường xuyên, khó khăn khi bảo trì, sửa chữa hoặc cải tiến, nâng cấp để phù hợp với nhu cầu. Mặc khác phương thức này tốn kém chi phí, không gian và tính an toàn, ổn định làm việc rất thấp ảnh hưởng rất lớn đến hiệu quả sản xuất.
- Để giải quyết những hạn chế của phương thức này người ta đã sử dụng các bộ điều khiển có khả năng lập trình thay thế hoàn toàn cho các mạch điều khiển trên tạo ra một sự linh hoạt mềm dẻo từ ý tưởng đến hoàn thiện mạch.
- Sử dụng bộ điều khiển lập trình, chúng ta không cần quan tâm đến bản chất của sự nối mạch do điều này được giải quyết bằng chương trình.
- Chương trình có thể viết dưới dạng ngôn ngữ STL, LADDER, FBD. Trong phần này tác giả sử dụng ngôn ngữ đơn giản LADDER để mô tả và lập trình các hoạt động của hệ thống.

**7.4.1. Một số lệnh cơ bản viết chương trình**

| STT | Lệnh                              | Kí hiệu                                                                                                                                                                            | Toán hạng                  | Loại dữ liệu |
|-----|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------|
| 1   | Tiếp điểm thường hở – thường đóng |  bit<br> bit | I, Q, M, SM, T, C, V, S, L | Bool         |
| 2   | Tiếp điểm cạnh dương – cạnh âm    |  P<br> N     | I, Q, M, SM, T, C, V, S, L | Bool         |

| STT | Lệnh                                  | Kí hiệu | Toán hạng                                                                                  | Loại dữ liệu    |
|-----|---------------------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 3   | Nhớ bit – xóa bit                     |         | I, Q, M, SM, T, C, V, S, L                                                                 | Bool            |
| 4   | Gán ngõ ra                            |         | I, Q, M, SM, T, C, V, S, L                                                                 | Bool            |
| 5   | Phủ định bit                          |         | I, Q, M, SM, T, C, V, S, L                                                                 | Bool            |
| 6   | Mở trễ theo thời gian                 |         | Txxx: Constant<br>IN: I, Q, M, SM, T, C, V, S, L                                           | Word<br>Bool    |
| 7   | Tắt trễ theo thời gian                |         | Txxx: Constant<br>IN: I, Q, M, SM, T, C, V, S, L                                           | Word<br>Bool    |
| 8   | So sánh =, <, >, <=, >, < 2 số nguyên |         | IW, QW, MW, SW, SMW, T, C, VW, LW, AIW, AC, Constant, *VD, *LD, *AC                        | int             |
| 9   | Cộng và trừ 2 số nguyên               |         | IW, QW, MW, SW, SMW, T, C, VW, LW, AIW, AC, Constant, *VD, *LD, *AC                        | Int             |
| 10  | Nhân và chia 2 số nguyên              |         | IW, QW, MW, SW, SMW, T, C, VW, LW, AIW, AC, Constant, *VD, *LD, *AC                        | Int             |
| 11  | Đếm lên                               |         | PV:VW, IW, QW, MW, SMW, LW, AIW, AC, T, C, Constant, *VD, *AC, *LD, SW<br>CU,R: power flow | Int<br><br>Bool |

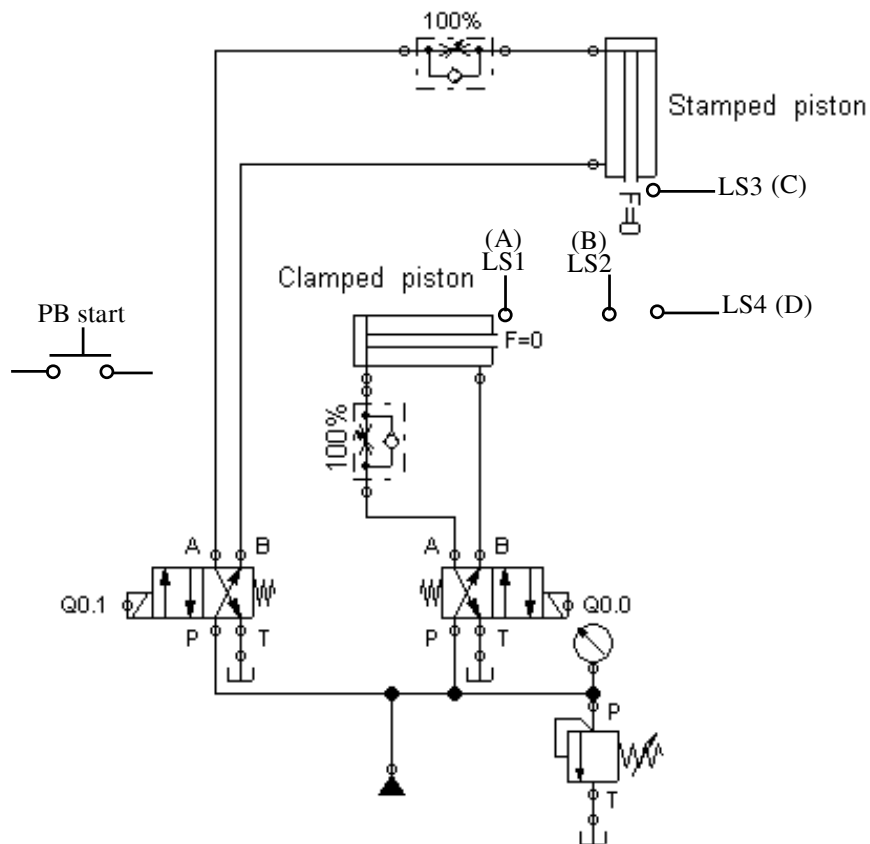


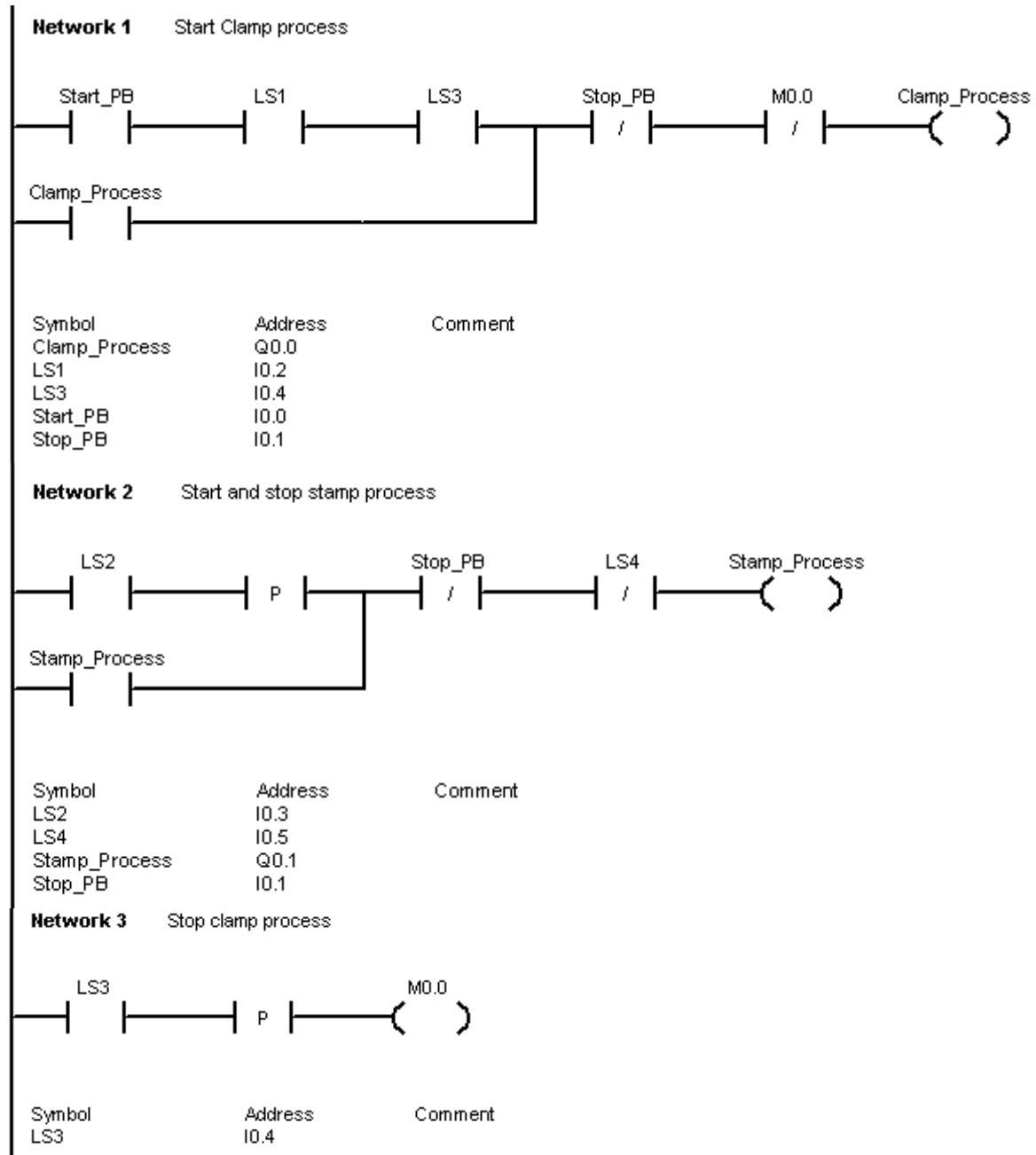
| STT | Lệnh      | Kí hiệu                                                                           | Toán hạng                                                                                               | Loại dữ liệu                            |
|-----|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 12  | Đếm xuống |  | PV:VW, IW, QW,<br>MW, SMW, LW,<br>AIW, AC, T, C,<br>Constant, *VD, *AC,<br>*LD, SW<br>CD,LD: power flow | int<br><br><br><br><br><br><br><br>Bool |

**7.4.2. Viết chương trình cho mạch điều khiển**

**Ví dụ:** Máy dập đầu phôi thép tự động trong dây chuyền sản xuất trụ điện bê tông tiền áp.

- Tác động tín hiệu khởi động ( nút nhấn PB start) pít tông kẹp chặt dịch chuyển từ vị trí A đến B thực hiện kẹp chặt phôi, lúc này LS2 được tác động và pít tông dập dịch chuyển từ vị trí C đến D để dập định hình phôi ( theo hình dạng khuôn) lúc này LS4 tác động làm cho pít tông dập lùi về C và LS3 tác động. LS3 tác động làm cho pít tông kẹp dịch chuyển từ B về A và LS1 tác động dừng quá trình dập (Hình 5).
- *Chú ý:* PLC chỉ nhận tín hiệu từ PB Start khi đồng thời LS1 và LS3 bị tác động.





**BÀI TẬP CHƯƠNG 7**

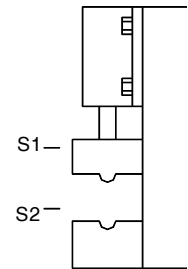
**Bài 1:**

Thiết kế mạch ép gia nhiệt tự động với yêu cầu kỹ thuật như sau:

Khi nút nhấn S1 được tác động thì pittông ép đi xuống và chạm vào công tắc hành trình S2 thì bắt đầu gia nhiệt với thời gian t. Sau đó trở về vị trí ban đầu và chạm vào công tắc hành trình S3 thì quá trình tiếp tục lại từ đầu. Trong quá trình thực hiện nếu nhấn nút S4 thì pittông sẽ quay về vị trí ban đầu.

**Bài 2:**

Thiết kế mạch thủy lực điều khiển máy dập khuôn kim loại (hình BT7.1), với yêu cầu kỹ thuật sau: Lúc đầu, đầu dập ở vị trí chờ (S1), khi đưa chi tiết cần dập vào ta ấn nút S3, đầu dập tịnh tiến đi xuống và dập chi tiết, khi S2 bị tác động thì đầu dập quay về. Trong quá trình gia công nếu xảy ra sự cố, ấn nút S4 đầu dập sẽ ở lại vị trí đó.



**Hình BT7.1**

**Bài 3: Thiết bị lắp ráp có độ dôi**

Thiết kế mạch điều khiển thủy lực của cơ cấu dùng để lắp ráp có độ dôi, với yêu cầu kỹ thuật như sau:

Đưa chi tiết cần lắp vào vị trí lắp, ấn nút S1 cơ cấu tịnh tiến xuống lắp và ép chặt chi tiết đến khi đủ áp suất 20 bar, đèn H sáng, thì cơ cấu tự quay về. Nếu trong quá trình gia công xảy ra sự cố thì ấn nút S2 cơ cấu quay về vị trí ban đầu.

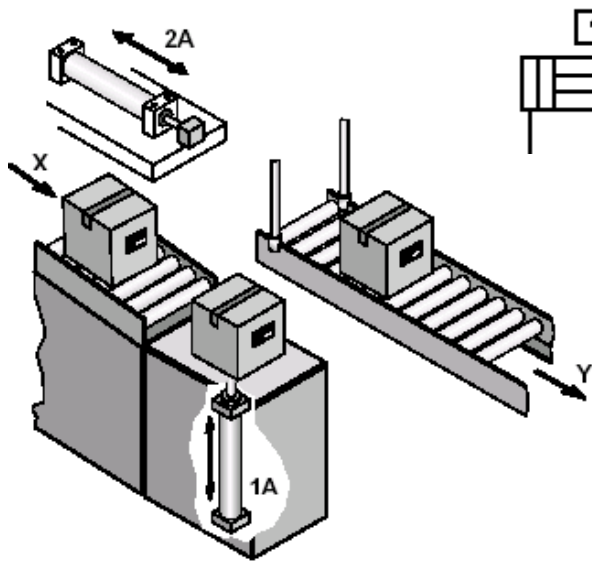
**Bài 4: Cơ cấu cấp phôi theo kiện**

Thiết kế mạch điều khiển thủy lực cấp phôi theo khối kiện nhiều sản phẩm, với yêu cầu kỹ thuật sau:

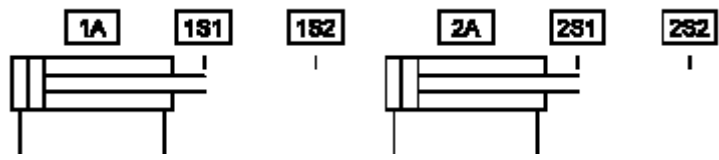
Nhấn nút 1S cơ cấu đẩy phôi hoạt động từ vị trí giới hạn S1 đến giới hạn S2 để đẩy sản phẩm. Khi công tắc S2 tác động thì pittông đẩy trở về vị trí ban đầu và thực hiện tiếp lần đẩy mới. Đẩy đúng 12 phôi thì ngừng ở vị trí ban đầu. Trong quá trình đẩy phôi có vấn đề thì nhấn nút 2S và trở về vị trí ban đầu.

**Bài 5:**

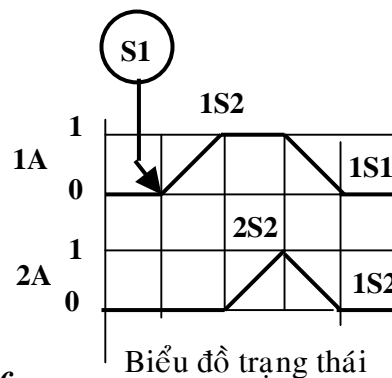
Hệ thống vận chuyển các sản phẩm bằng các băng tải con lăn được mô tả như hình BT7.2. Hai băng tải chuyển động vuông góc với nhau theo trục X và Y. Nguyên lý làm việc được mô tả như biểu đồ trạng thái. Hãy thiết kế mạch động lực thủy lực và mạch điều khiển. Trong đó: 1S1, 1S2, 2S1, 2S2 là các công tắc giới hạn hành trình; S1 là nút nhấn khởi động hệ thống.



BT7.2a



BT7.2b



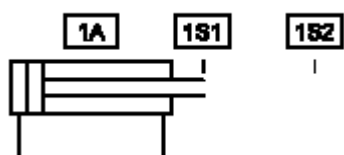
BT7.2c

**Bài 6:**

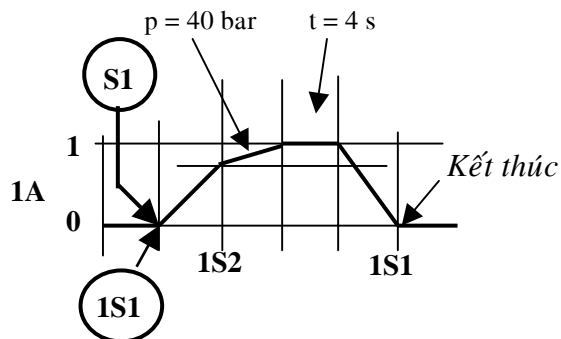
Cơ cấu ép thủy lực mô tả như hình BT7.3 và biểu đồ trạng thái BT7.4. Trong quá trình chạy nếu tác động S2 thì dừng cơ cấu. Nếu S1 được tác động thì cơ cấu lại hoạt động tiếp tục.

Hãy thiết kế mạch động lực thủy lực, viết phương trình điều khiển và thiết kế mạch điện điều khiển.

Trong đó: 1S1, 1S2 là các công tắc giới hành trình; p là công tắc áp suất; T là công tắc thời gian.



BT7.3 – Cơ cấu thủy lực

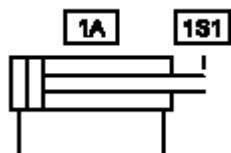


BT7.4 - Biểu đồ trạng thái

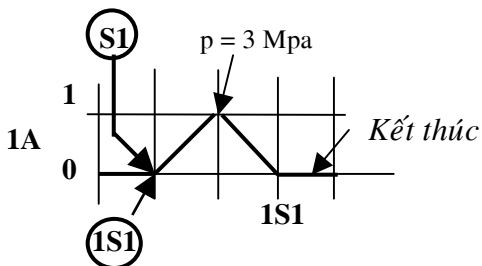
**Bài 7:**

Hệ thống ép thủy lực được dùng để lắp ráp các chi tiết thành sản phẩm được mô tả như hình BT7.5. Khi nhấn nút khởi động S1 thì pittông ép thực hiện lắp ráp chi tiết cho đến áp

suất đạt đến 3Mpa thì pittông trở về vị trí ban đầu gặp 1S1 thì dừng. Trong quá trình ép hoặc trở về nếu nút Stop (S2) được nhấn thì pit tông dừng lại. Nếu S1 lại được nhấn thì pit tông sẽ tiếp tục hành trình còn lại. Hãy thiết kế mạch động lực, viết phương trình điều khiển và vẽ sơ đồ mạch điện.



a) Cơ cấu ép thủy lực



b) Biểu đồ trạng thái

**BT7.5**



---

---

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. *Phạm Công Ngô*, “Lý thuyết điều khiển tự động”  
Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, 1996.
- [2]. *Trần Chấn Chỉnh – Lê Thị Minh Nghĩa*, “Cơ học chất lỏng kỹ thuật”  
Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, 1992.
- [3]. *Nguyễn Ngọc Phương*, “Hệ thống điều khiển bằng khí nén”  
Nhà xuất bản giáo dục, 1999.
- [4]. *Nguyễn Ngọc Phương – Huỳnh Nguyễn Hoàng*, “Hệ thống điều khiển bằng thủy lực”  
Nhà xuất bản giáo dục, 1999.
- [5]. *Trần Doãn Đình – Hà Văn Vui – Đỗ Văn Chi*, “Truyền dẫn thủy lực trong chế tạo máy”  
Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, 1984.
- [6]. *Nguyễn Ngọc Cảnh*, “Truyền dẫn dầu ép trong máy cắt kim loại”  
Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, 1978.
- [7]. *Ron Tocci*, “Digital System”  
Prentice-Hall.
- [8]. *Robert N. Bateson*, “Introduction To Control System Technology”  
Maxwell Macmillan International Editions.
- [9]. *Sabrie Soloman*, “Sensors and Control System in Manufacturing”  
McGraw-Hill, Inc.
- [10]. “Automation with Micro PLC SIMATIC S7-200”  
Siemens, Germany.
- [11]. *Werner Deppert – Kurt Stoll*, “Pneumatic control”  
Vogel Buchverlag, 1985.
- [12]. *Werner Deppert – Kurt Stoll*, “Pneumatic Application”  
Vogel Buchverlag, 1983.
- [13]. *Michael J. Pinches – John G. Ashby*, “Power Hydraulics”  
Prentice-Hall.
- [14]. “Hydraulics & Applications”  
Yuken Kogyo Co., LTD.
- [15]. “Hydraulics Applications”  
Lab-Volt, 2000.
- [16]. *Lê Văn Tiến Dũng*, “Điều khiển lập trình PLC và mạng PLC”  
Đại Học Kỹ Thuật Công Nghệ Tp.HCM, 2004.