



# TỰ ĐỘNG HOÁ THUYẾT - KHÍ

---

Người soạn: Bùi Tuấn Anh  
Bộ môn Máy và Ma sát học



# MỤC ĐÍCH MÔN HỌC

---

- Cung cấp cho SV khái quát về các phần tử thuỷ lực, khí nén.
- Tính chọn các phần tử cho hệ thống TĐH thuỷ – khí
- Tính toán, xây dựng sơ đồ thuỷ lực cho các thiết bị tự động

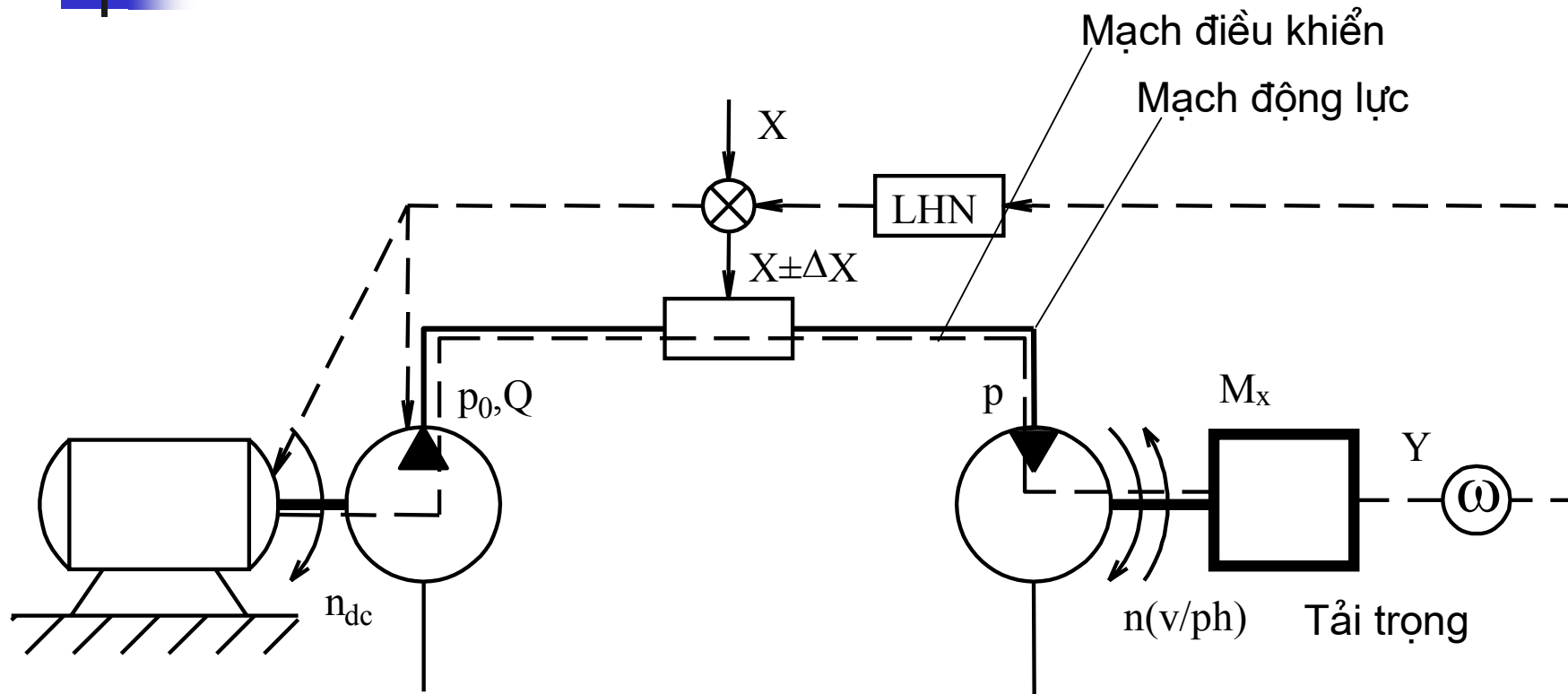


# TÀI LIỆU THAM KHẢO

---

- 1) Truyền động dầu ép trong máy cắt kim loại – 1974 (Nguyễn Ngọc Cẩn)
- 2) Các phần tử thuỷ khí trong tự động hoá - 1997 (Nguyễn Tiến Lương)
- 3) Hệ thống điều khiển tự động thuỷ lực – 2002 (Trần Văn Tuy)
- 4) Hệ thống điều khiển bằng khí nén – 1999 (Nguyễn Ngọc Phương)

# NHẬP MÔN





# ĐẶC ĐIỂM CỦA HỆ THỐNG THUỶ - KHÍ

---

- Chất khí nén được
- Giả thiết chất lỏng không nén được (thực tế CL có môđun đàn hồi E).
- Các phần tử thuỷ lực và khí nén, về ngtắc kết cấu giống nhau (khi thiết kế lưu ý đến tính chất của chất khí và chất lỏng). (các phần tử khí nén cần chế tạo với độ chính xác cao hơn thuỷ lực – do chất khí “loãng” hơn chất lỏng).
- Hệ thống thuỷ lực: dầu phải được thu hồi lại (kết cấu phải có bộ phận thu hồi dầu).
- Hệ thống khí nén: khí qua HT được thải ra ngoài.



# ƯU, NHƯỢC ĐIỂM CỦA HỆ THỐNG THỦY - KHÍ

## I. Ưu, nhược điểm của hệ thống truyền động bằng thủy lực

### ■ Ưu điểm

- Truyền 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 phải chăm sóc, bảo dưỡng.
- - Điều chỉnh được vận tốc làm việc tinh và vô cấp, dễ thực hiện tự động hoá theo điều kiện làm việc hay theo chương trình cho sẵn.
- - Kết cấu gọn nhẹ, vị trí của các phần tử dẫn và bị dẫn không lệ thuộc với nhau, các bộ phận nối thường là những đường ống dễ đổi chỗ.
- - 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 ở vận tốc cao mà không sợ bị va đập mạnh như trong trường hợp cơ khí hay điện.
- - Dễ biến đổi chuyển động quay của động cơ thành chuyển động tịnh tiến của cơ cấu chấp hành.
- - Dễ đề phòng quá tải nhờ van an toàn.
- - Dễ theo dõi và quan sát bằng áp kế, kể cả các hệ phức tạp, nhiều mạch.
- - Tự động hoá đơn giản, kể cả các thiết bị phức tạp, bằng cách dùng các phần tử tiêu chuẩn hoá.



# ƯU, NHƯỢC ĐIỂM CỦA HỆ THỐNG THỦY - KHÍ

## ■ **Nhược điểm.**

- - Mất mát trong đường ống dẫn và rò rỉ bên trong các phần tử, làm giảm hiệu suất và hạn chế phạm vi sử dụng.
- - Khó giữ được vận tốc không đổi khi phụ tải thay đổi do tính nén được của chất lỏng và tính đàn hồi của đường ống dẫn.
- - 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.

## ii **ưu, nhược điểm của hệ thống truyền động bằng khí nén.**

### 1. Ưu điểm.

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



## 2. Nhược điểm.

- Lực truyền tải trọng thấp.

- Khi tải trọng trong hệ thống thay đổi, thì vận tốc truyền cũng thay đổi, bởi vì khả năng đàn hồi của khí nén lớn, cho nên không thể thực hiện những chuyển động thẳng hoặc qua đều.

- Dòng khí nén thoát ra ở đường dẫn ra gây nên tiếng ồn.

Hiện nay, trong lĩnh vực điều khiển, người ta thường kết hợp hệ thống điều khiển bằng khí nén với cơ, hoặc với điện, điện tử. Cho nên rất khó xác định một cách chính xác, rõ ràng ưu, nhược điểm của từng hệ thống điều khiển.

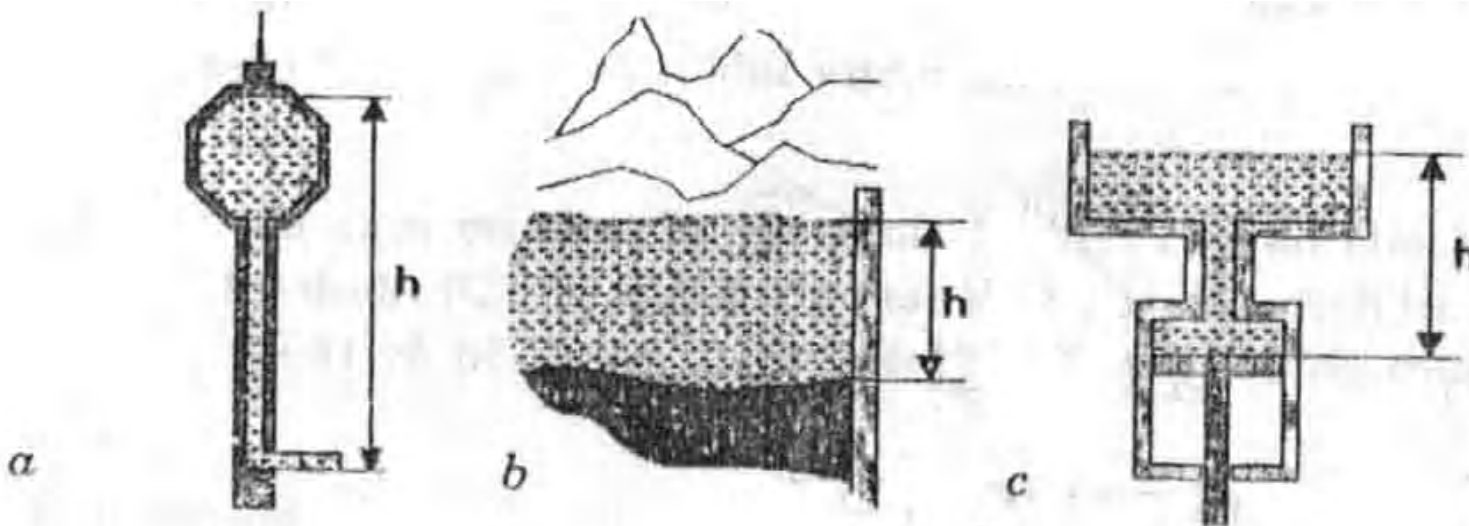
Tuy nhiên có thể so sánh một số khía cạnh, đặc tính của truyền động bằng khí nén đối với truyền động bằng cơ, bằng điện.



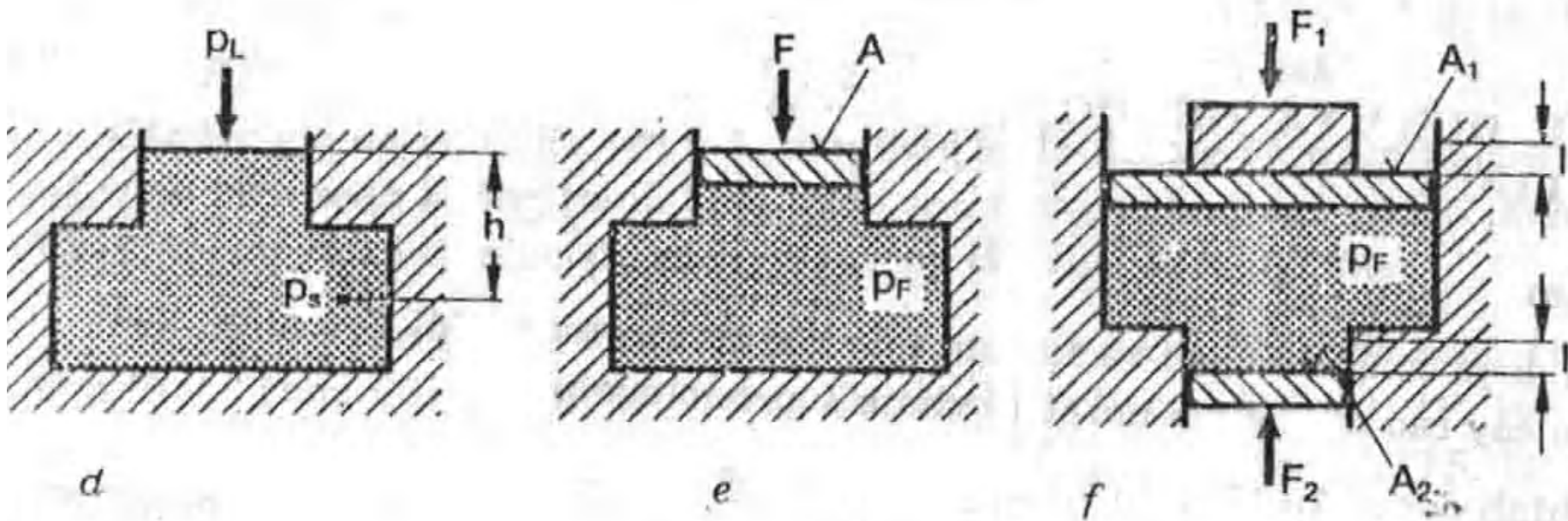
# NHẮC LẠI ĐỊNH LUẬT CỦA CHẤT LỎNG

## 1) Áp suất thủy tĩnh.

Trong các chất lỏng, áp suất (áp suất do trọng lượng và áp suất do ngoại lực) tác động lên mỗi phần tử chất lỏng không phụ thuộc vào hình dạng bình chứa



# NHẮC LẠI ĐỊNH LUẬT CỦA CHẤT LỎNG



Từ (d) ta có:  $p_s = h \cdot g \cdot \rho + p_L$

Từ (e) ta có:  $p_F = \frac{F}{A}$

Từ (f) ta có:  $\frac{F_1}{A_1} = p_F = \frac{F_2}{A_2}; \frac{l_2}{l_1} = \frac{A_1}{A_2} = \frac{F_1}{F_2}$



## NHẮC LẠI ĐỊNH LUẬT CỦA CHẤT LỎNG

---

Trong đó:

$\rho$  - khối lượng riêng của chất lỏng.

$h$  - chiều cao cột nước.

$g$  - gia tốc trọng trường.

$p_s$  - áp suất do lực trọng trường.

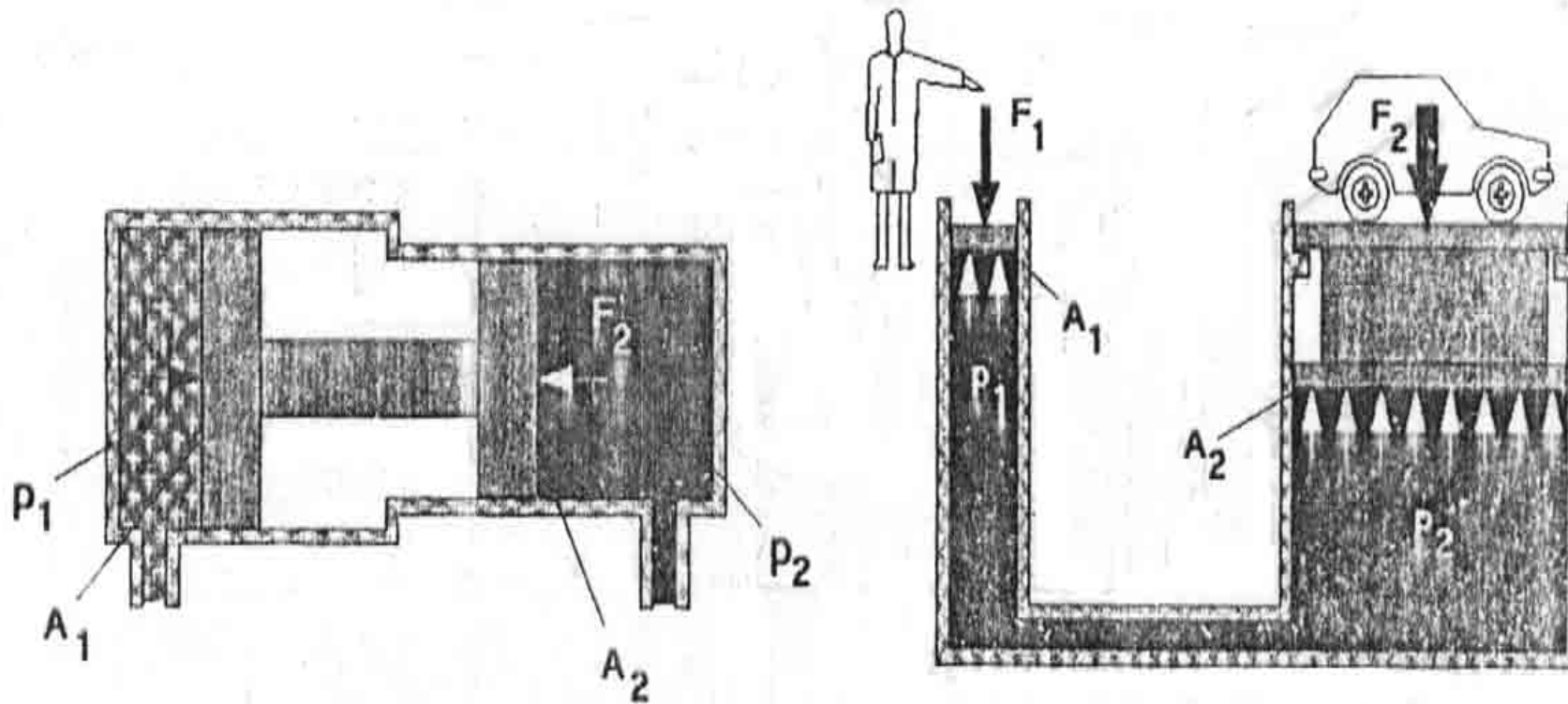
$p_L$  - áp suất khí quyển.

$p_F$  - áp suất của tải trọng.

$A$  - diện tích bề mặt tiếp xúc.

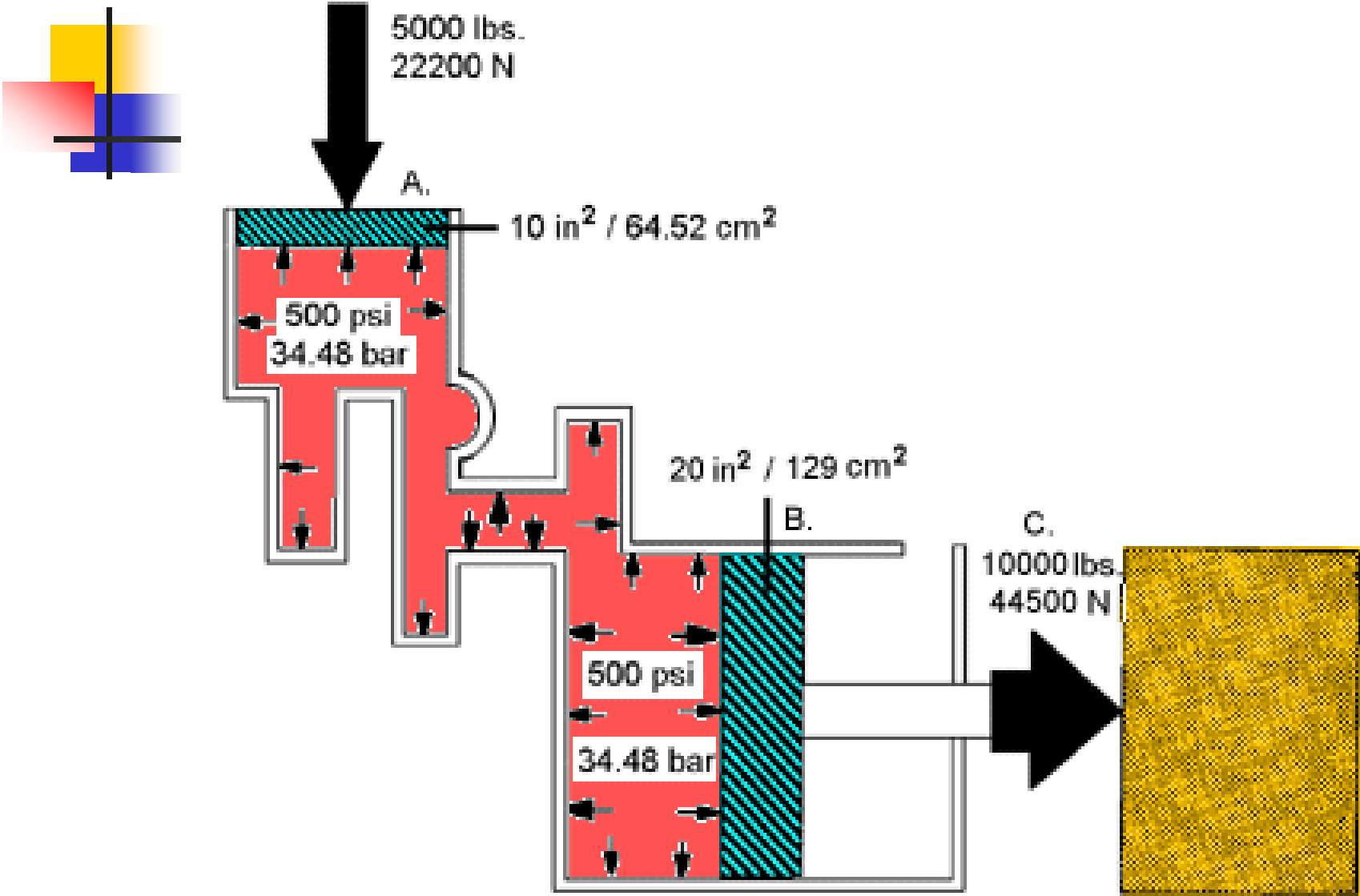
$F$  - tải trọng ngoài.

# NHẮC LẠI ĐỊNH LUẬT CỦA CHẤT LỎNG

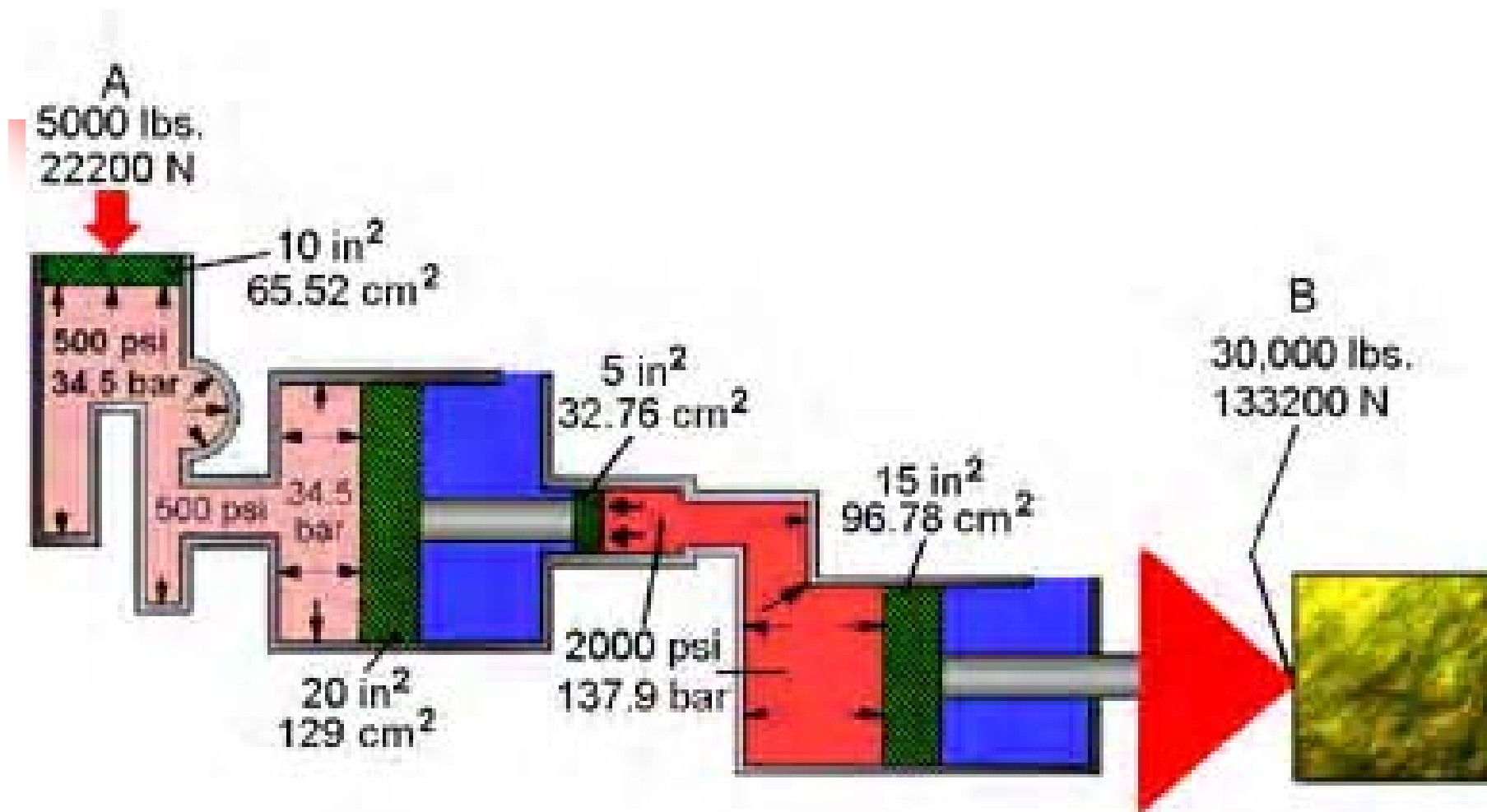


**Khuếch đại áp lực**

# Ví dụ:



## Ví dụ:



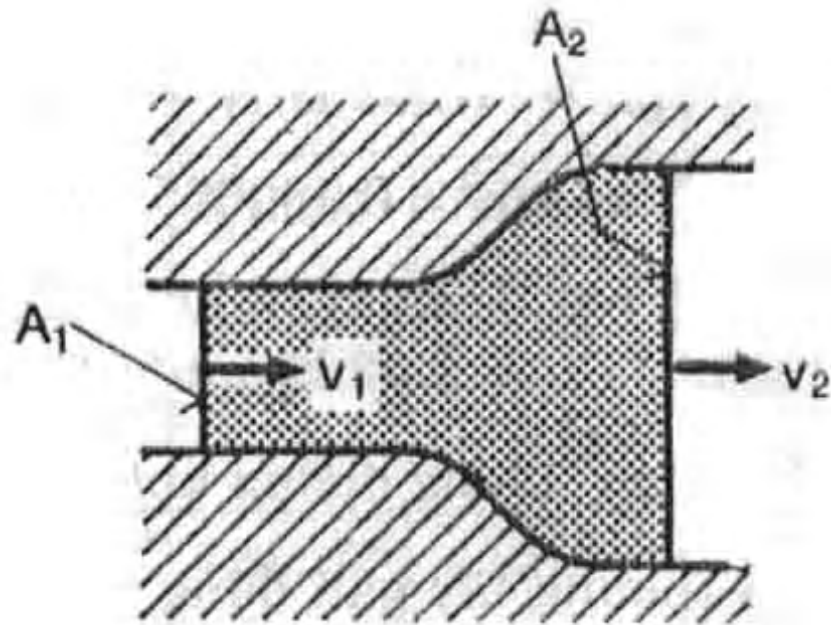
# NHẮC LẠI ĐỊNH LUẬT CỦA CHẤT LỎNG

## 2) Phương trình dòng chảy liên tục

Lưu lượng trong đường ống từ vị trí (1) đến vị trí (2) là không đổi. Lưu lượng  $Q$  của chất lỏng qua mặt cắt  $S$  của ống bằng nhau trong toàn ống (từ điều kiện liên tục). Ta có phương trình dòng chảy như sau:

$$Q = S.v = \text{const}$$

Với  $v$  là vận tốc chảy trung bình qua mặt cắt  $S$





## NHẮC LẠI ĐỊNH LUẬT CỦA CHẤT LỎNG

---

- Trong đó:

- $Q$  - lưu lượng dòng chảy tại vị trí 1 và vị trí 2 [ $\text{m}^3/\text{s}$ ].
- $v_1$  - vận tốc dòng chảy tại vị trí 1 [ $\text{m}^3/\text{s}$ ].
- $v_2$  - vận tốc dòng chảy tại vị trí 2 [ $\text{m}^3/\text{s}$ ].
- $A_1$  - tiết diện dòng chảy tại vị trí 1 [ $\text{m}^2$ ].
- $A_2$  - tiết diện dòng chảy tại vị trí 2 [ $\text{m}^2$ ].



# NHẮC LẠI ĐỊNH LUẬT CỦA CHẤT LỎNG

## 3) Phương trình Bernuli

áp suất tại một điểm chất lỏng đang chảy:

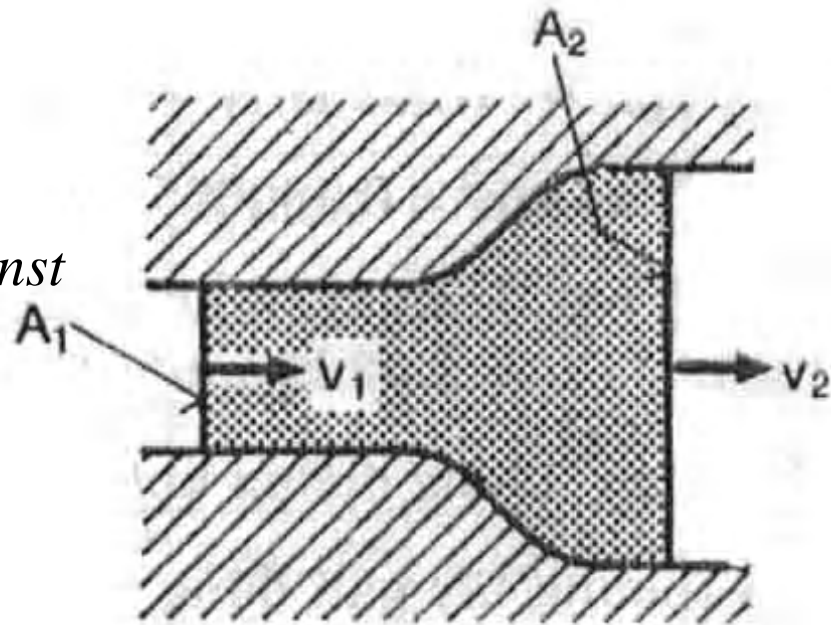
$$p_1 + \rho gh_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} = p_2 + \rho gh_2 + \frac{\rho v_2^2}{2} = const$$

Trong đó:

$p + \rho gh$  - áp suất thuỷ tĩnh

$\rho \frac{v^2}{2} = \frac{\gamma w^2}{2g}$  - áp suất thuỷ động.

$\gamma = \rho \cdot g$  - trọng lượng riêng.





# CHƯƠNG I

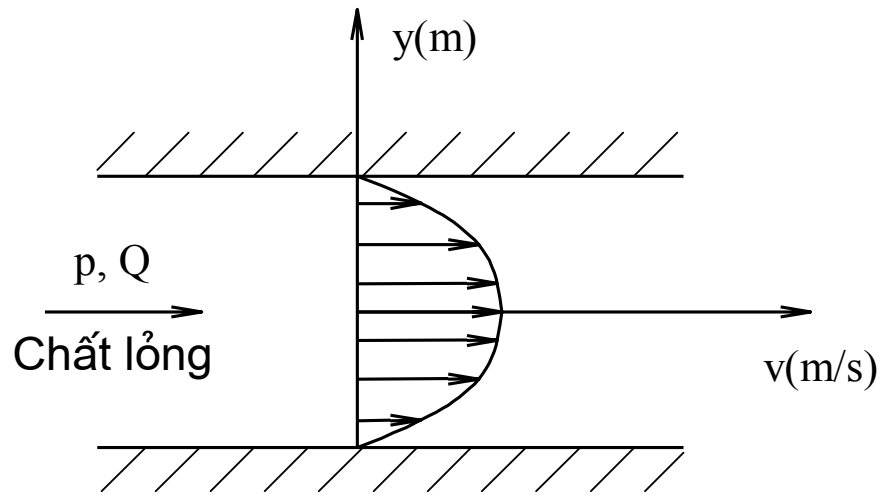
## ĐẠI CƯƠNG VỀ TRUYỀN ĐỘNG THỦY – KHÍ

---

- I) Một số tính chất cơ lý của chất lỏng
- II) Các dạng truyền năng lượng bằng chất lỏng
- III) Hiệu suất trong hệ thống truyền động thủy lực

# I) Một số tính chất cơ lý của chất lỏng

## 1) Độ nhớt: (nội ma sát của chất lỏng)



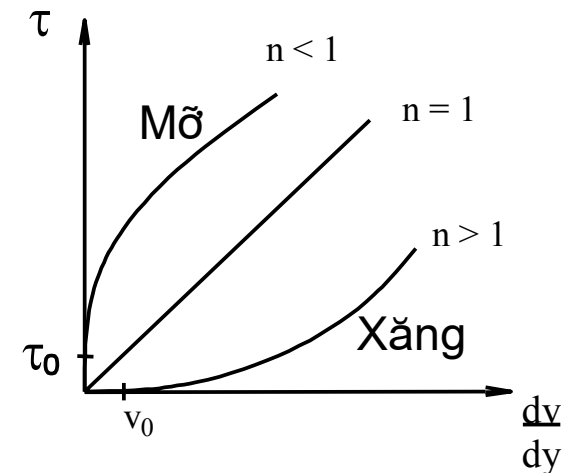
$n = 1$  – chất lỏng Nútơn  
 $n \neq 1$  – chất lỏng phi Nútơn  
 $\eta$  (NS/m<sup>2</sup>) - độ nhớt động lực học

Các lớp chất lỏng trượt lên nhau  
→ ứng suất tiếp (theo Nútơn)

$$\tau = \eta \left( \frac{dv}{dy} \right)^n \quad \left( \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right)$$

$$\frac{dv}{dy}$$

Gradient vận tốc





## I) Một số tính chất cơ lý của chất lỏng

---

- **Độ nhớt động lực học:** là lực ma sát tính bằng 1 N tác động trên một đơn vị diện tích bề mặt 1 m<sup>2</sup> của hai lớp phẳng song song với dòng chảy của chất lỏng cách nhau 1 m và có vận tốc 1 m/s.

Đơn vị [Pa.s]. Ngoài ra, còn dùng đơn vị poazơ (Poiseuille), viết tắt là P.

- 1P = 0,1 N.s/m<sup>2</sup> = 0,010193 kG.s/m<sup>2</sup>
- 1P = 100cP (centipoiseulles)
- $\eta_{\text{dầu}} = 0,136 \text{ Ns/m}^2$
- $\eta_{\text{KK}} = 17,07 \cdot 10^{-6} \text{ Ns/m}^2$

- **Độ nhớt động học:** Độ động là tỷ số giữa hệ số nhớt động lực  $\eta$  với khối lượng riêng  $\rho$  của chất lỏng. 
$$\nu = \frac{\eta}{\rho}$$

$$\rho_{\text{dầu}} = (0,85 - 0,96) \text{ kg/dm}^3$$

$$\rho_{\text{KK}} = 1,293 \text{ kg/dm}^3$$

Đơn vị  $[\text{m}^2/\text{s}]$ . Ngoài ra còn dùng đơn vị stốc (Stoke), viết tắt là St hoặc centiStokes, viết tắt là cSt.

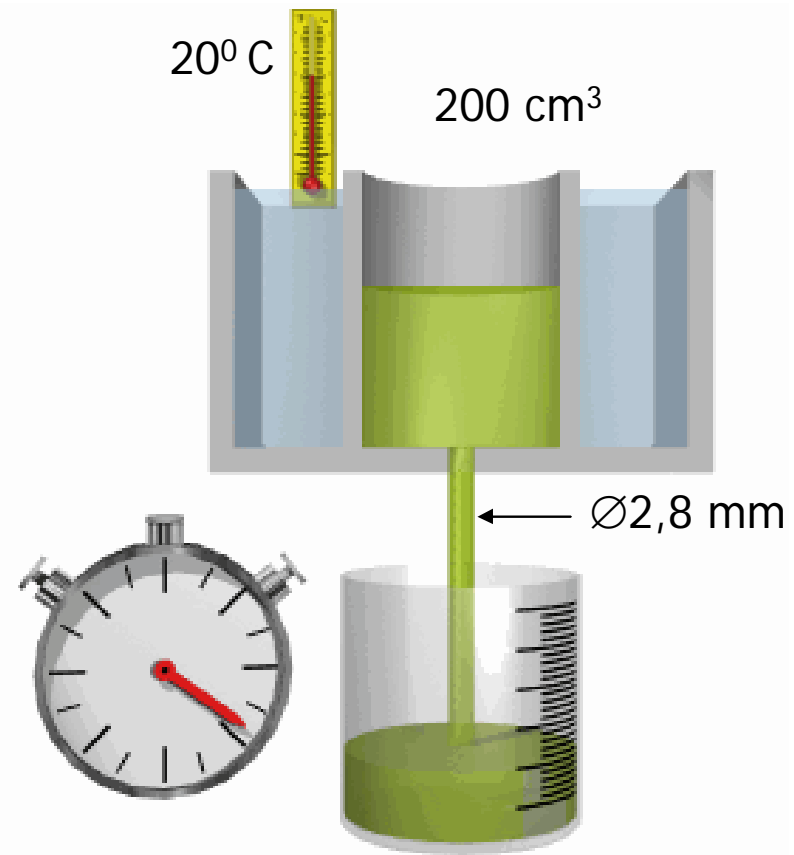
$$1\text{St} = 1 \text{ cm}^2/\text{s} = 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$1\text{cSt} = 10^{-2} \text{ St} = 1\text{mm}^2/\text{s}$$

Dầu công nghiệp  $\nu = 17 - 23 \text{ cSt}$

□ **Độ nhớt Engle:** ( $E^0$ ) là một tỷ số quy ước dùng để so sánh thời gian chảy  $200 \text{ cm}^3$  chất lỏng được thử qua lỗ nhớt kế ( $\phi 2,8\text{mm}$ ) với thời gian chảy  $200 \text{ cm}^3$  nước cất qua lỗ này ở nhiệt độ  $+ 20^\circ\text{C}$ .

$$E^0 = \frac{t_d}{t_{nc}}$$

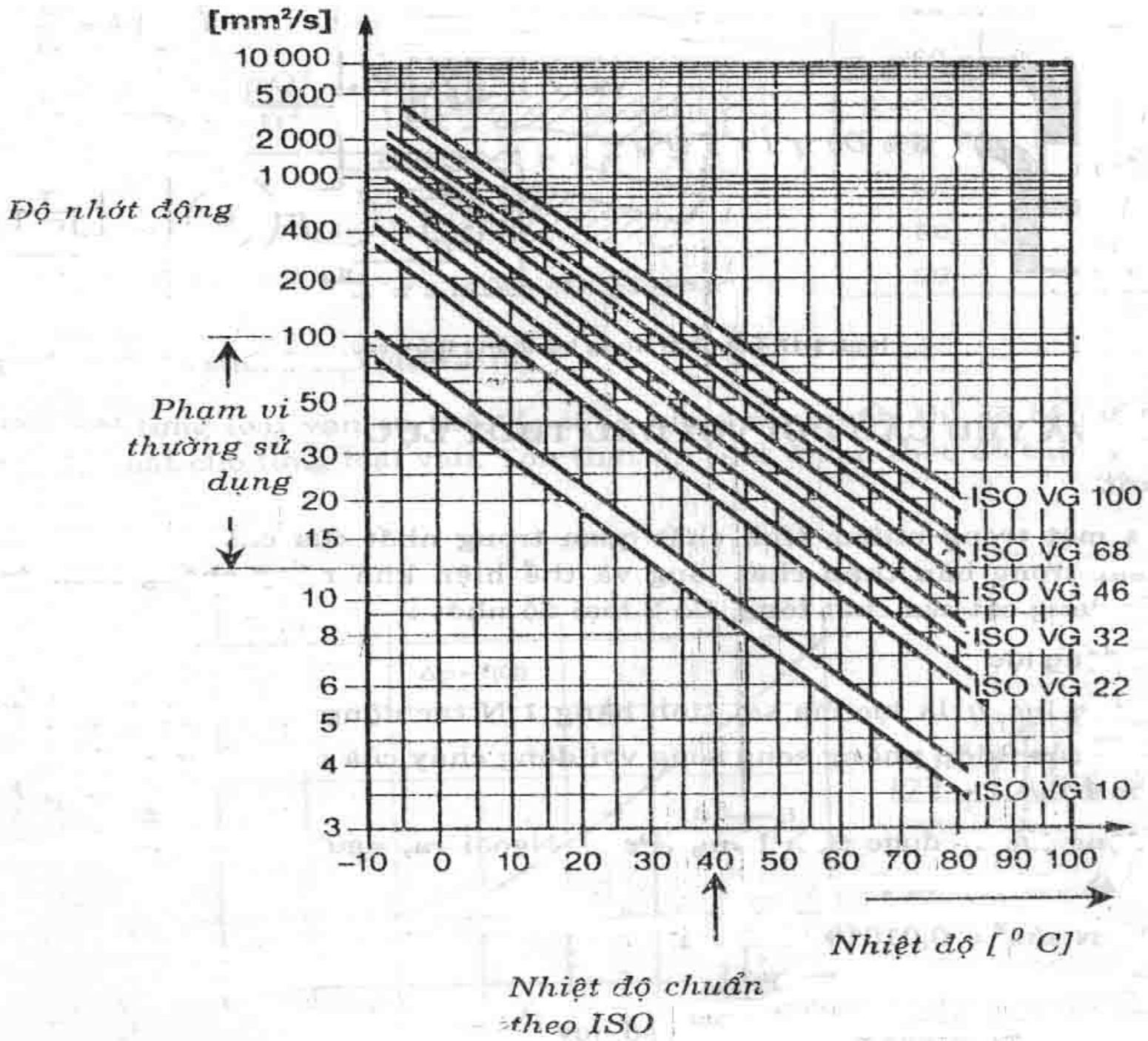


## 2) Một số nhân tố ảnh hưởng đến khả năng làm việc của chất lỏng

- Nhiệt độ:  $t^{\circ}\uparrow \rightarrow \eta\downarrow$   $[t^{\circ}]_{\text{dầu}} \leq (50 - 55)^{\circ}\text{C}$
- Khi chọn dầu, mong muốn chỉ số nhiệt độ  $i = \frac{\eta_{50^{\circ}\text{C}}}{\eta_{100^{\circ}\text{C}}} \approx 1$
- áp suất:  $p\uparrow \rightarrow \eta\uparrow$
- $v_p = v_a(1+Kp)$ ;  $v_a$  - độ nhớt ở áp suất khí quyển
- $K = 0,002$  khi  $v_a \leq 15$  cSt
- $K = 0.003$  khi  $v_a \geq 15$  cSt
- Hoặc  $\eta_p = \eta_a a^p$  với  $a = 1,002 - 1,004$
- Khí lẫn trong dầu: 
$$\frac{\eta_{hh(\text{dau}+khi)}}{\eta_{\text{dau}}} = 1 + 0,0015b$$

b - %không khí lẫn trong dầu

Trong hệ thống thủy lực thường có từ (0,5 -5)% không khí lẫn trong dầu. Cứ tăng 1at thì có (5 -10)% không khí lẫn vào dầu.





### 3) Một số lưu ý khi chọn dầu

Chất lỏng làm việc phải đảm bảo các yêu cầu sau:

- Có khả năng bôi trơn tốt trong khoảng thay đổi lớn nhiệt độ và áp suất.
- ĐKLV  $\left\{ \begin{array}{l} V \text{ lớn} \rightarrow \text{chọn dầu có } \eta_{\text{bé}} \text{ (loãng)} \rightarrow \downarrow \text{ma sát} \\ p \text{ lớn} \rightarrow \text{chọn dầu có } \eta_{\text{lớn}} \text{ (đặc)} \rightarrow \downarrow \text{dò dầu} \end{array} \right.$
- Độ nhớt ít phụ thuộc vào nhiệt độ.
- Có tính trung hoà (tính trơ) với các bề mặt kim loại, hạn chế được khả năng xâm nhập của khí, nhưng dễ dàng tách khí ra.
- Phải có độ nhớt thích ứng với điều kiện chấn khít và khe hở của các chi tiết di trượt, nhằm đảm bảo độ rò dầu bé nhất, cũng như tổn thất ma sát ít nhất.
- Dầu cần phải ít sulfat, ít bốc hơi khi làm việc, ít hoà tan trong nước và không khí, dẫn nhiệt tốt.





■ Pha dầu có độ nhớt yêu cầu:





$$E^0 = \frac{aE_1^0 + bE_2^0 - k(E_1^0 - E_2^0)}{100}$$

a	10	20	30	40	50	60	70	80	90
b	90	80	70	60	50	40	30	20	10
k	6,7	13,1	19,7	22,1	25,5	27,2	28,6	25	17



## II) Các dạng truyền năng lượng bằng chất lỏng

---

1. Dưới dạng thế năng  $E_t$  
2. Động năng 
3. Nhiệt 
4. Biến dạng 

## 1) Dưới dạng thế năng $E_t$

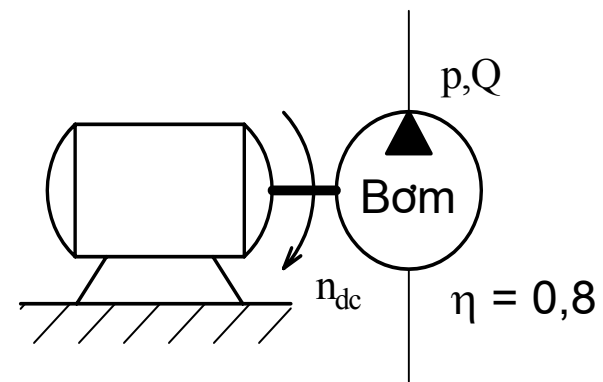
- Giả sử có một khối chất lỏng có: thể tích  $V$  ( $\text{cm}^3$ ), áp suất  $p$  ( $\text{N/m}^2$ )
- $\rightarrow E_t = p.V$  ( $\text{N/m}^2.\text{m}^3 = \text{N.m}$ )
- Công suất

$$N = \frac{dE_t}{dt} = V \cdot \frac{dp}{dt} + p \cdot \frac{dV}{dt}$$

Lúc khởi động,  $p$  nhỏ (chỉ làm việc khi đã ổn định)  $\rightarrow dp/dt = 0$

- Lưu lượng:

$$Q = \frac{dV}{dt} \left[ \underbrace{\frac{\text{m}^3}{\text{s}}, \frac{\text{m}^3}{\text{ph}}}_{\text{Khí}}, \underbrace{\frac{dm^3}{\text{ph}} \left( \frac{\text{lit}}{\text{ph}} \right)}_{\text{Dầu}} \right]$$



- $\rightarrow \mathbf{N = p.Q}$
- Công suất bơm:  $N = p.Q$  (của CL đi ra)
- Chọn ĐC điện quay bơm:  $N_{\text{đc}} = N_{\text{bơm}}/\eta$



Công thức tính:

$$N = \frac{p \cdot Q}{60 \cdot 1000} (kW) \rightarrow \begin{cases} p: \frac{N}{m^2} \\ Q: \frac{m^3}{ph} \end{cases} \quad \text{Hoặc} \quad N = \frac{p \cdot Q}{612} (kW) \rightarrow \begin{cases} p: \frac{KG}{cm^2} \\ Q: \frac{dm^3}{ph} \end{cases}$$

$$10^5 \frac{N}{m^2} = 10^5 \text{ pa} = \frac{1KG}{cm^2} \approx \frac{10N}{cm^2} = 1\text{bar}, 1\text{at}$$

**Thủy ngân**

$$\rho = 13595 \frac{kg}{m^3}$$

$$0^{\circ}C \rightarrow g = 9,81 m \cdot s^{-2}$$

$$1\text{mmHg} = \frac{1}{760} \text{ at}$$

$$1\text{mmHg} = 1\text{torr} = 133,3 \frac{N}{m^2}$$

**Anh dùng đvị Psi: 1bar = 14,5 Psi**



## 2) Dưới dạng động năng $E_d$

$$E_d = \frac{mV^2}{2} \left[ \text{kg} \cdot \frac{\text{m} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = \text{N} \cdot \text{m} \right]$$

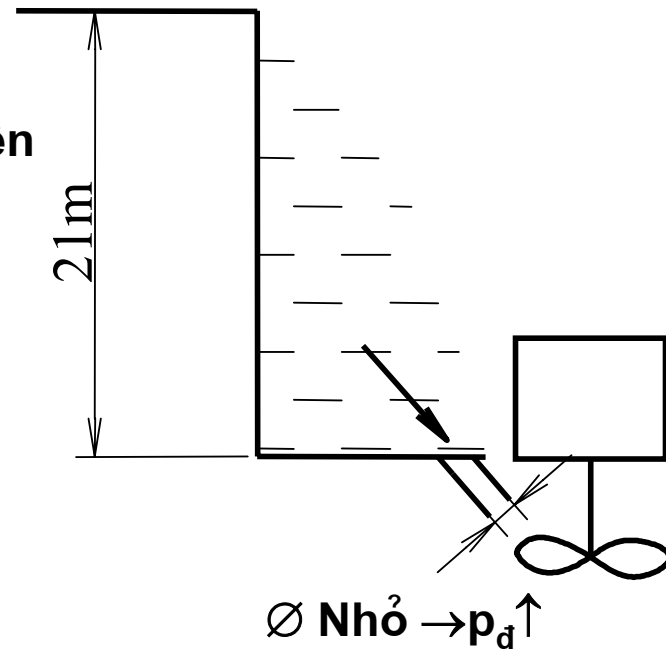
- Vận tốc của dầu trong ống nhỏ, không đáng kể ( $\approx 6\text{m/s}$ )

$$p = p_{\text{tinh}} + p_{\text{dong}}$$

$$p_{\text{tinh}} = \gamma \cdot H$$

$$p_{\text{dong}} = \rho \cdot \frac{V^2}{2}$$

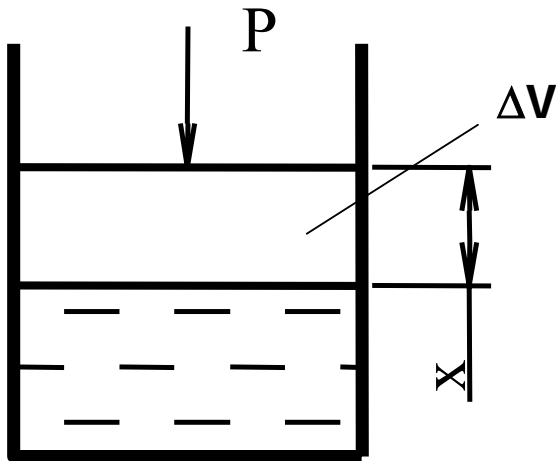
Ví dụ:  
Thủy điện



### 3) Dưới dạng nhiệt

$$E_{t^0} = m \cdot \bar{C} \cdot \Delta T \left[ \text{kg} \cdot \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{T}^0} \cdot \text{T}^0 = \text{N} \cdot \text{m} \right]$$

### 4) Biến dạng: $E_b$ Công sinh ra = ?



$$E = \frac{1}{2} k \cdot x^2$$

$$\Delta V = \frac{V_0}{E_{dầu}} \cdot \Delta p$$

K (N/m) - độ cứng của chất lỏng

$V_0$  - thể tích ban đầu, khi ép xuống, biến dạng →  
 $\Delta p$ : hiệu áp đầu-cuối

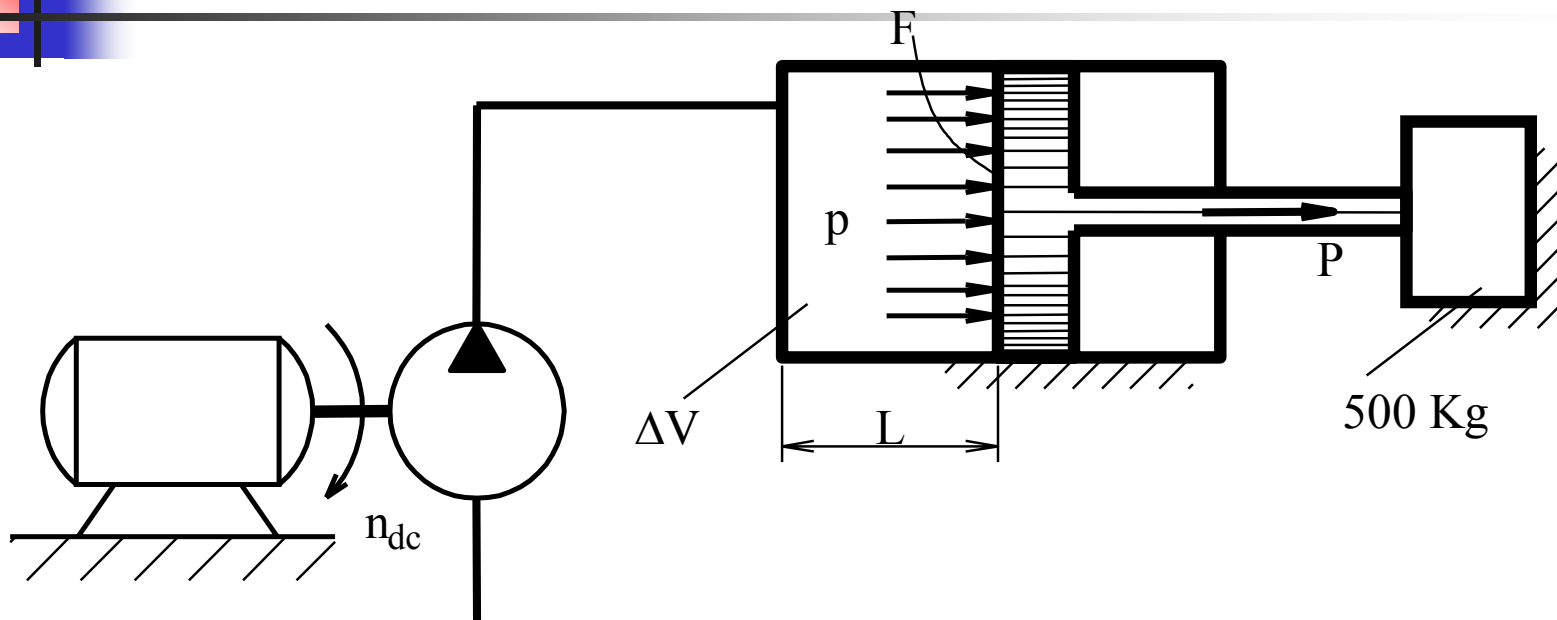
$E_{dầu}$  - Mô đun đàn hồi dầu khoáng

$E_{dầu} = 0,38 \cdot 10^4 \text{KG/cm}^2$ ,  $p \leq 5 \text{bar}$

$E_{dầu} = (1,4-1,75) \cdot 10^4 \text{KG/cm}^2$ ,  $p = (5 - 100) \text{bar}$



## Ví dụ: Tính công suất đơ để kẹp chặt vật rắn



$$\Delta V = \frac{F \cdot L}{E_{dau}} \cdot \frac{P}{F} (m^3); p = \frac{P}{F} = \Delta p \quad \text{Ban đầu coi } p = 0$$

$$Q = \frac{\Delta V}{t} \left[ \frac{m^3}{ph} \right]$$

tự chọn





**Chú ý:  $E_d + E_{t0} + E_b = 0,33\% \Sigma E$**

**Trong tính toán ta bỏ qua chúng**



### III) Hiệu suất trong hệ thống truyền động thuỷ lực (các dạng tổn thất)

---

1. Tổn thất cơ khí 
2. Tổn thất thể tích 
3. Tổn hao áp suất 
4. Ví dụ 

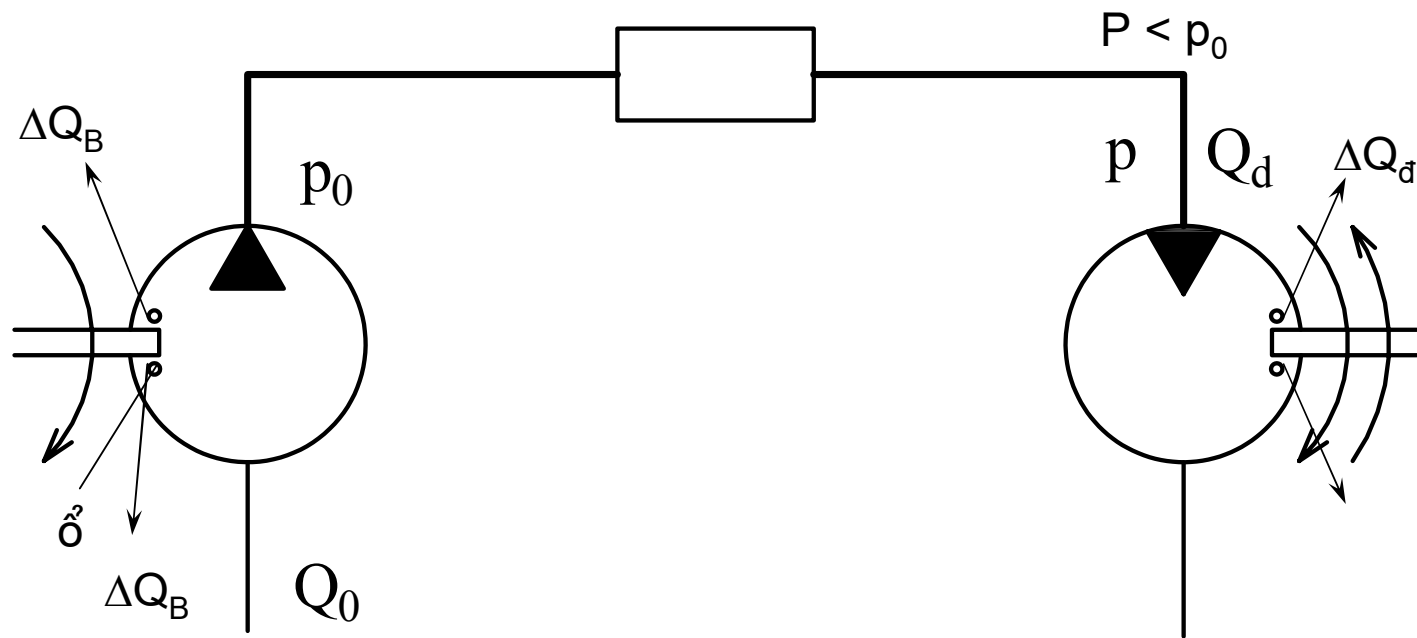
$$\eta = \prod_{i=1}^n \eta_i$$



## 1) Tổn thất cơ khí

- Ma sát giữa các vật rắn: ổ bi, pitton – xi lanh (chỉ bơm và đơ)

$$\eta_{ck} = \eta_{ckBom} \cdot \eta_{ckDC}$$



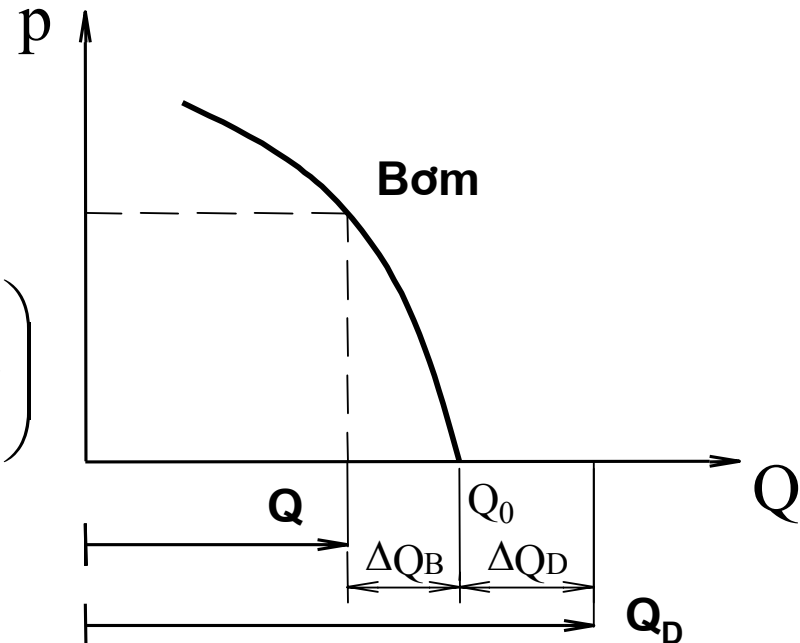
## 2) Tổn thất thể tích (Dò dầu): $\Delta Q$

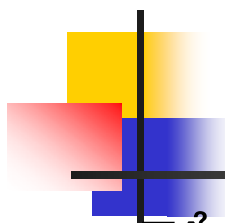
- Tổn thất thể tích là do dầu thủy lực chảy qua các khe hở trong các phần tử của hệ thống. áp suất càng lớn, vận tốc càng nhỏ và độ nhớt càng nhỏ thì tổn thất thể tích càng lớn. Tổn thất thể tích đáng kể nhất là ở các cơ cấu biến đổi năng lượng.

$$\eta_{Q_B} = \frac{Q}{Q_0} = \frac{Q - \Delta Q_B}{Q_0} = \left( 1 - \frac{\Delta Q_B}{Q_0} \right)$$

$$\eta_{Q_D} = \frac{Q_0}{Q_D} = \frac{Q_D - \Delta Q_D}{Q_D} = \left( 1 - \frac{\Delta Q_D}{Q_D} \right)$$

$$\rightarrow \eta_Q = \eta_{Q_B} \cdot \eta_{Q_D}$$





### 3) Tổn hao áp suất: $\Delta p$

---

- 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.
  - Tốc độ dòng chảy.
  - Sự thay đổi tiết diện.
  - Trọng lượng riêng, độ nhớt.
- Đánh giá chế độ chảy tầng, chảy rối bằng hệ số Reynol:

$$Re = \frac{\text{Lực quán tính}}{\text{Lực Ma sát}} = \frac{m.a}{\tau.F} = \frac{d.v}{\nu} \quad d - \text{đường kính ống}$$

$$\tau = \eta \cdot \frac{dV}{dy} = \rho \cdot \nu \cdot \frac{dV}{dy}$$

- $Re < 2000 \rightarrow$  dòng chảy tầng
- $Re > 2000 \rightarrow$  dòng chảy rối
- Đối với bề mặt có  $\delta$ :

$$Re = \frac{\delta \cdot v}{\nu} < 100$$

$$> 100$$

- Tổn thất trên chiều dài và mỗi nối?

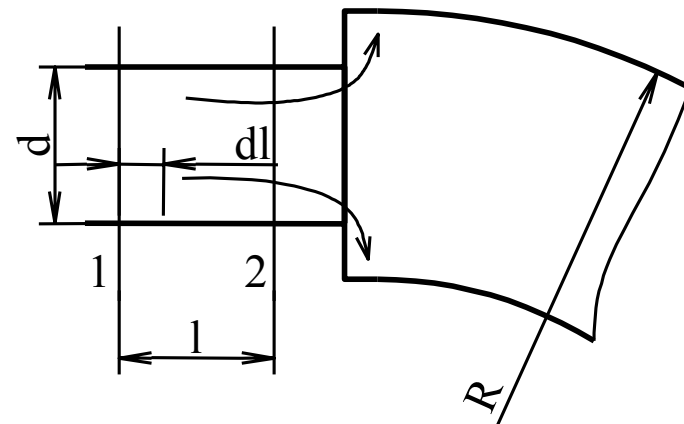
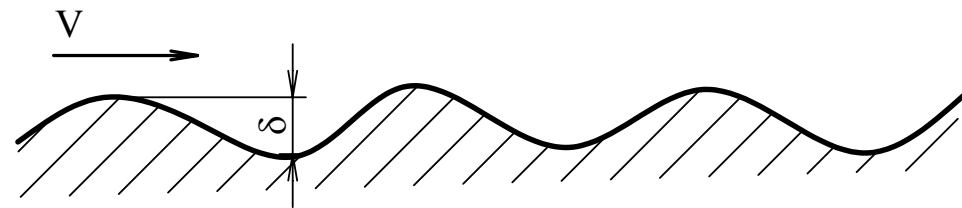
- $l > 100d$ 

$$\frac{dp}{dl} = \frac{32\eta \cdot V_{tb}}{d^2}$$

$$V_{tb} = \frac{Q}{F}; F = \frac{\pi d^2}{4}$$

Thay vào, tích phân: 
$$\Delta p = \frac{128\eta \cdot l}{\pi d^4} \cdot Q = R_{TL} \cdot Q$$

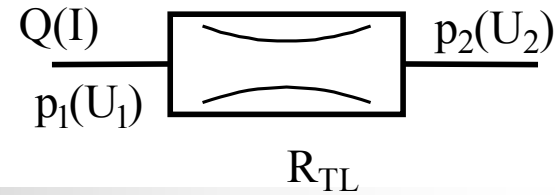
TH tuyến tính  $\rightarrow$  Chảy tầng



Dòng chảy tuyến tính

Trở thuỷ lực (tuyến tính)

- Trở thuỷ lực tương ứng như điện trở của mạch điện

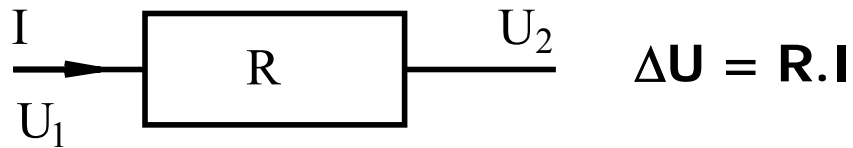
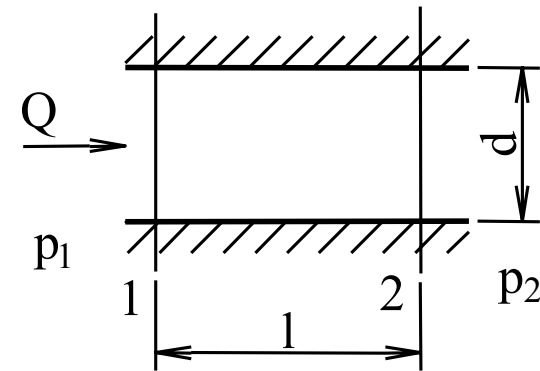


- Xét dòng trong đường ống

$$\Delta p = p_1 - p_2$$

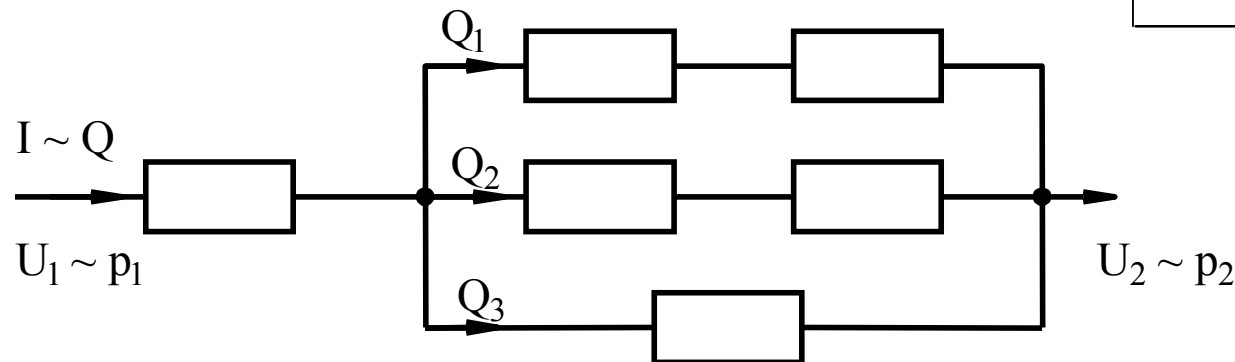
liên hệ trong sơ đồ điện, ta thấy:

$$I \sim Q; U \sim p$$



$$R = f\left(\rho, l, \frac{1}{d}\right)$$

Trong TL:  $\eta$



- Khi  $l > 100d$  ta mới tính đến  $R_{TL}$ , nếu nhỏ hơn thì bỏ qua

$$\Delta p = 8k v \frac{Ql}{d^4} \quad [bar] \quad k - \text{hệ số hiệu chỉnh phụ thuộc vào trị số Re}$$

Q – lít/phút;

l – m;

d – mm;

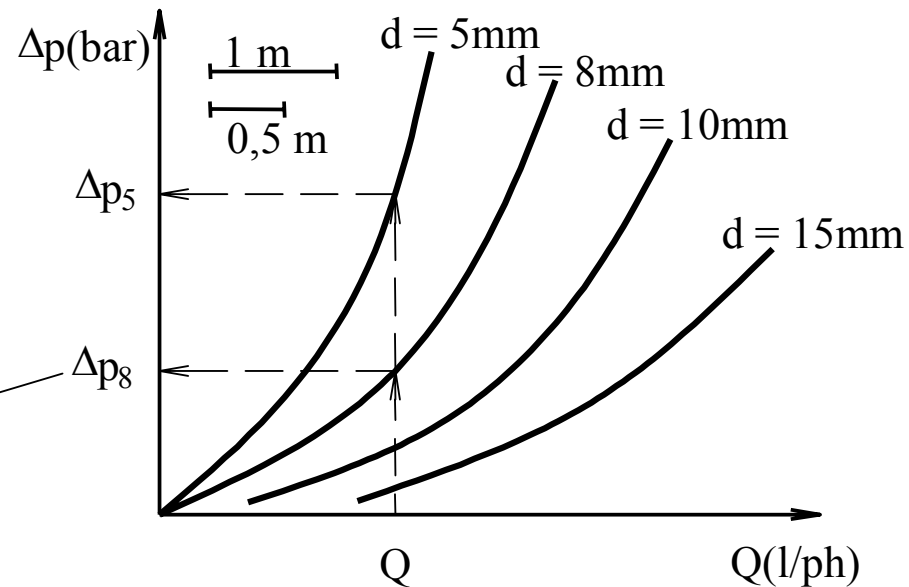
v - cSt – mm<sup>2</sup>/s

- Nếu  $Re < 2000$  (tức là khi  $Q/vd < 0,1$ )  $\rightarrow k = 1$

- Nếu  $Re > 2000$  (tức là khi  $Q/vd > 0,1$ )  $\rightarrow k = 6,8.4 \sqrt{\left(\frac{Q}{vd}\right)^3}$

Trong nhiều tài liệu, ngta thí nghiệm với  $d = 4, 5, 6, \dots$ . Xác định tổn hao áp trên 1 đơn vị chiều dài.

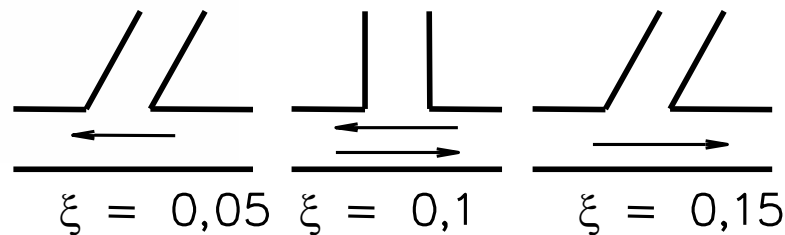
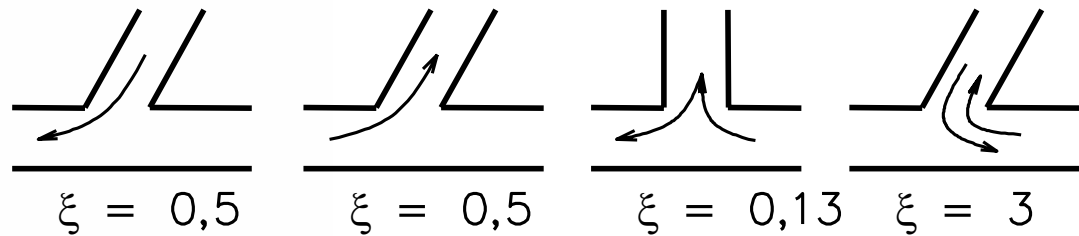
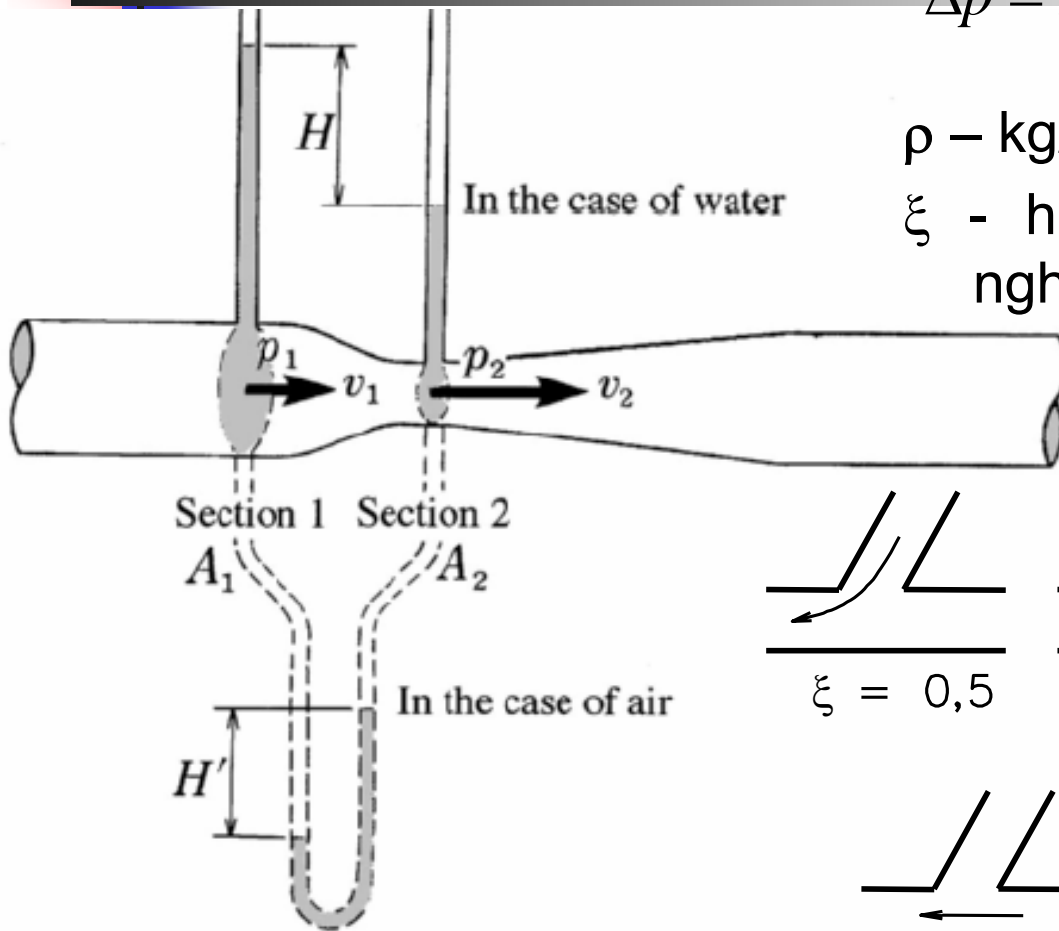
ứng với 1m (hoặc 0,5m) chiều dài ống



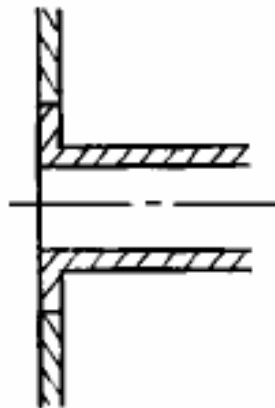
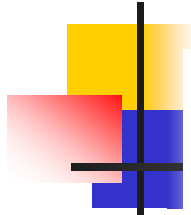
- Tổn thất cục bộ tại nơi tiết diện thay đổi (đột ngột, nhỏ dần,...), tại mỗi nối,... được thí nghiệm và đưa vào sổ tay.

$$\Delta p = 10^{-4} \cdot \xi \cdot \frac{\rho}{2g} V^2 \quad [bar]$$

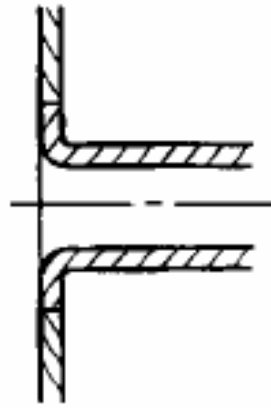
$\rho$  – kg/m<sup>3</sup>;      $v$  – m/s;      $g = 9,81\text{m/s}^2$   
 $\xi$  - hệ số tổn thất cục bộ (thực nghiệm)



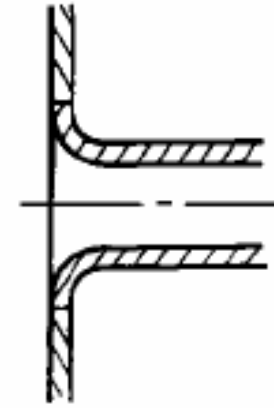
# Để giảm tổn thất, vê tròn các góc,...



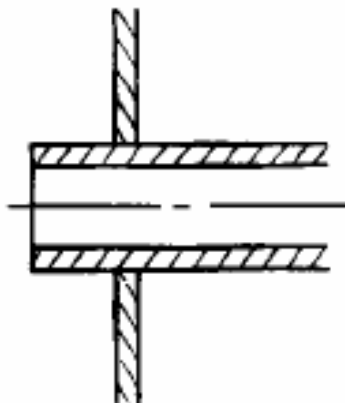
(a)  $\zeta = 0.50$



(b)  $\zeta = 0.25$

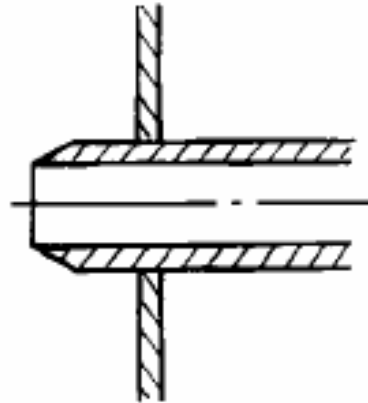


(c)  $\zeta = 0.06 \sim 0.005$

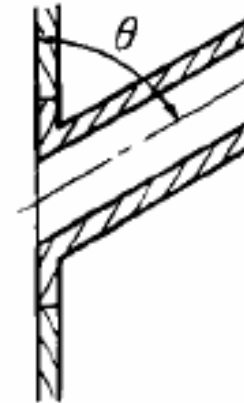


(d)  $\zeta = 0.56$

$\theta$

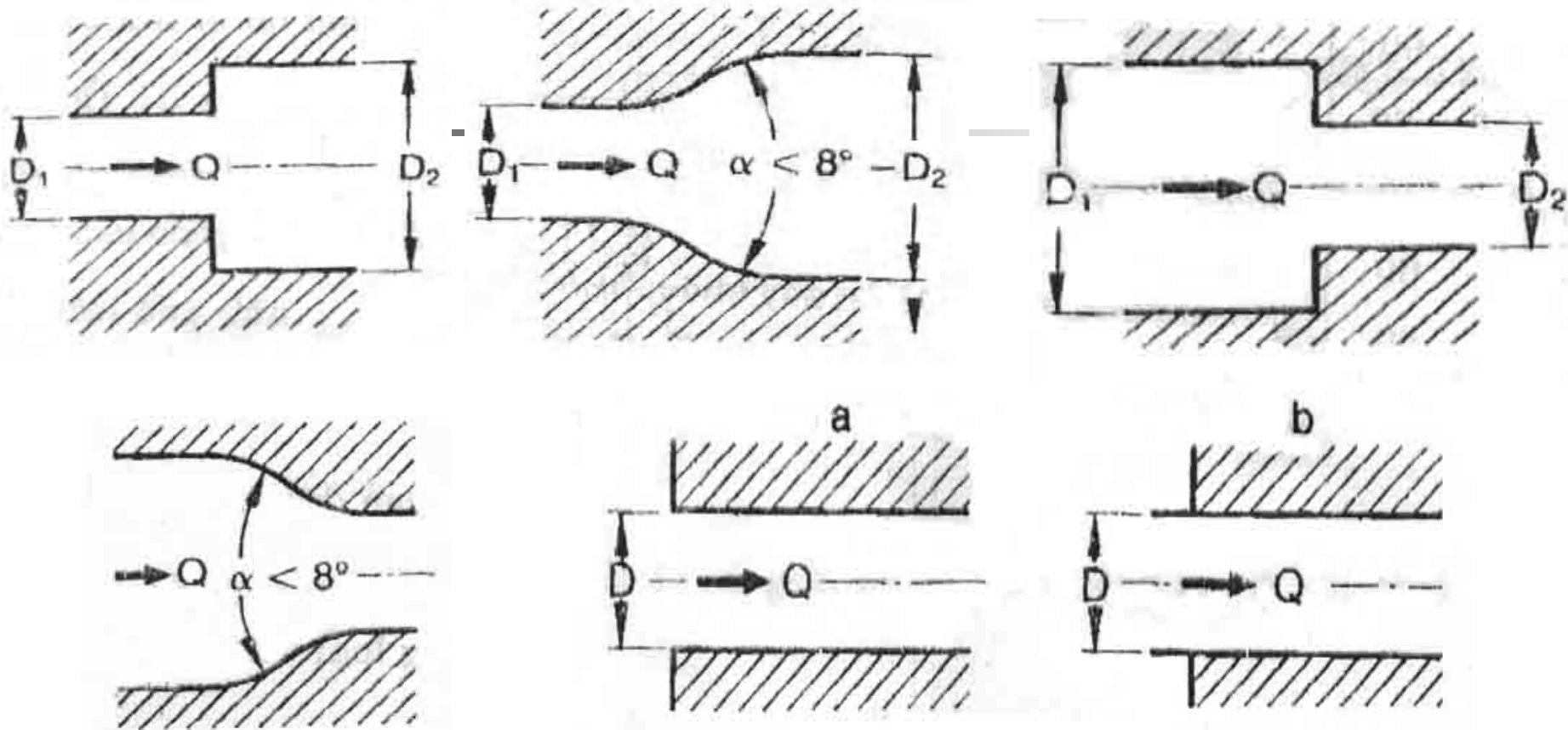


(e)  $\zeta = 3.0 \sim 1.3$

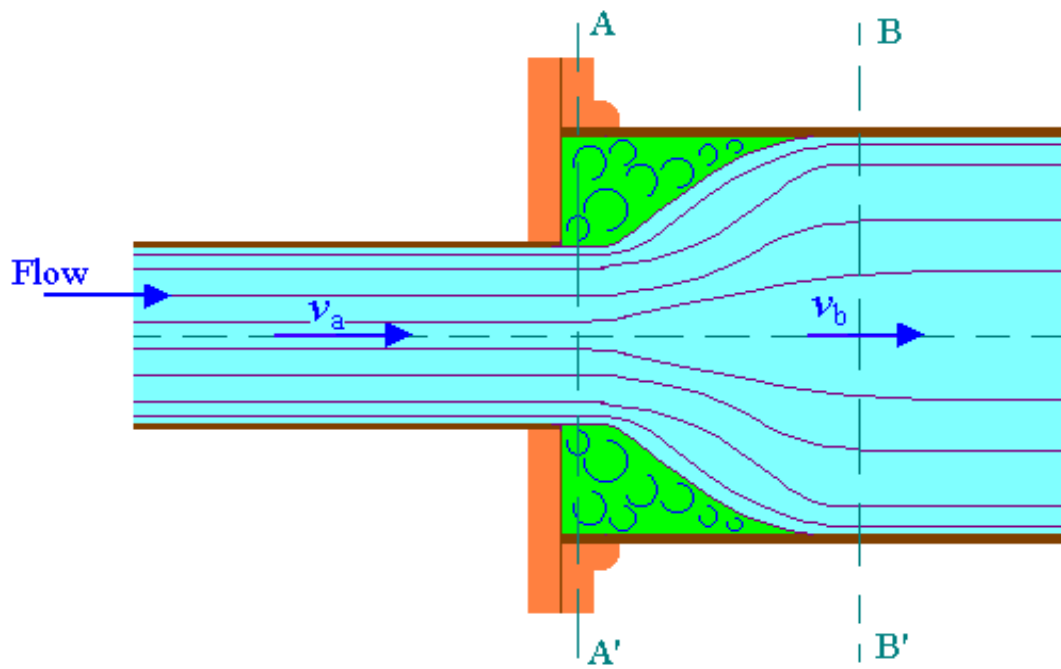


(f)  $\zeta = 0.5 + 0.3 \cos \theta + 0.2 \cos^2 \theta$

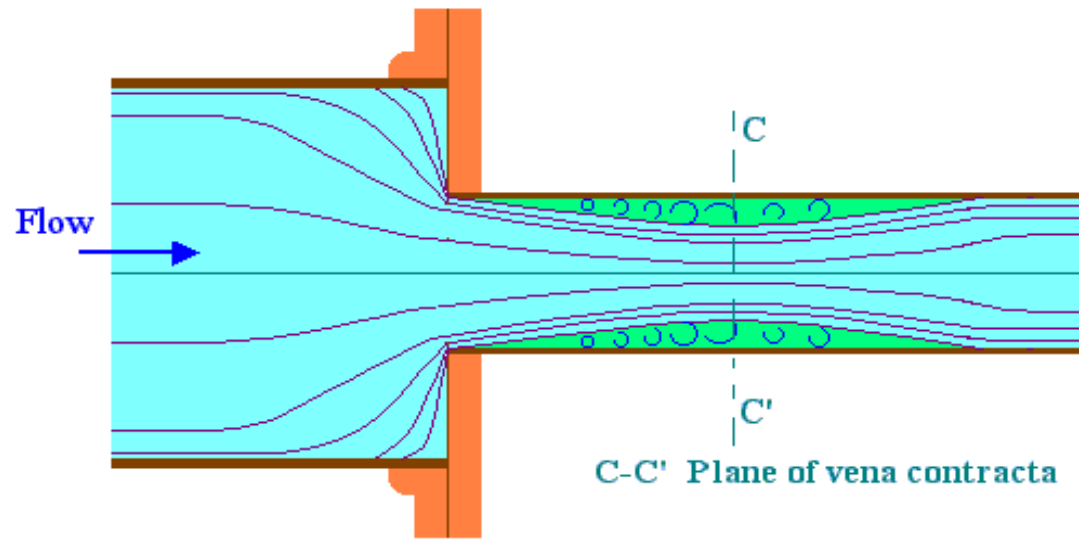




Tiết diện ống thay đổi, hệ số tổn thất cục bộ cho  
trong sổ tay



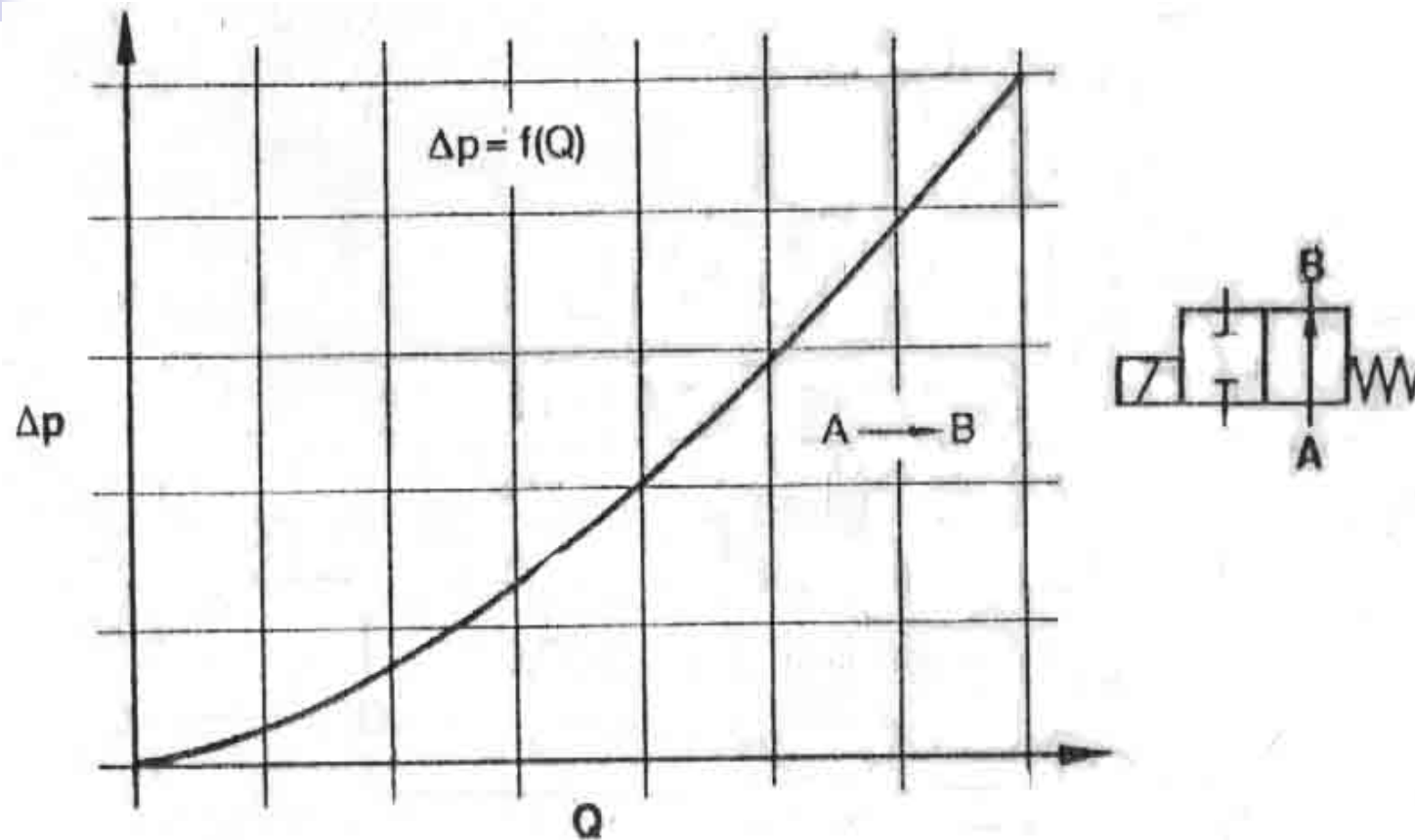
Flow at sudden enlargement of cross



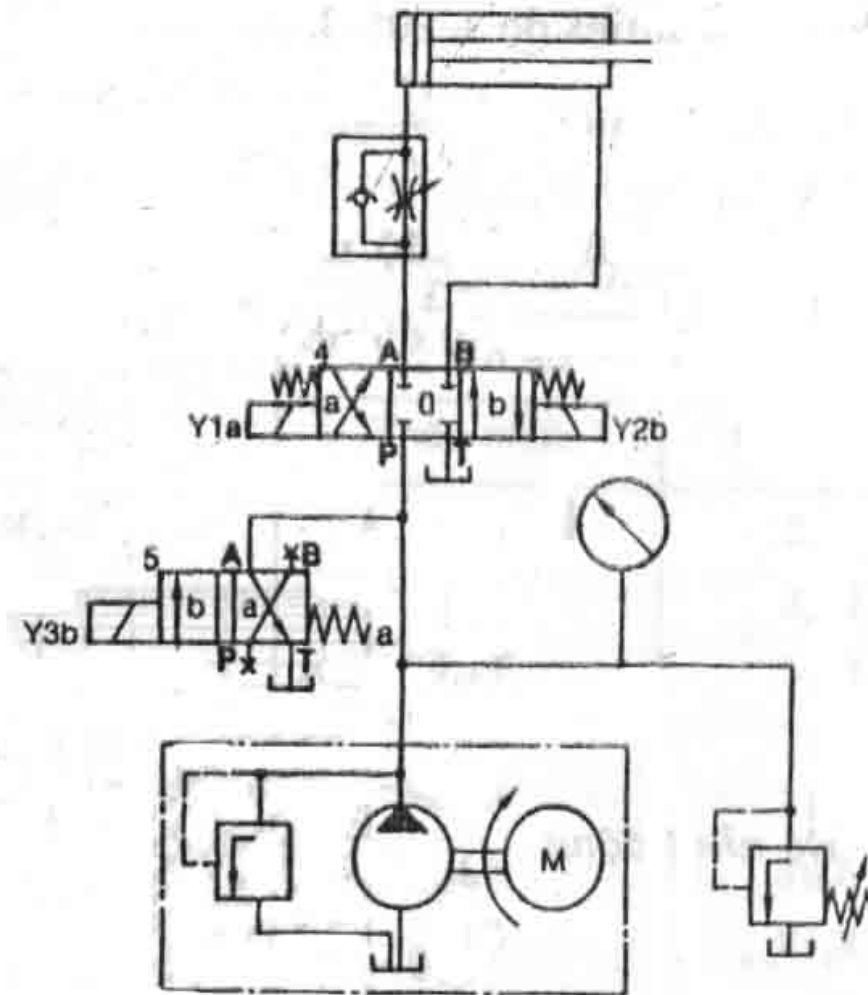
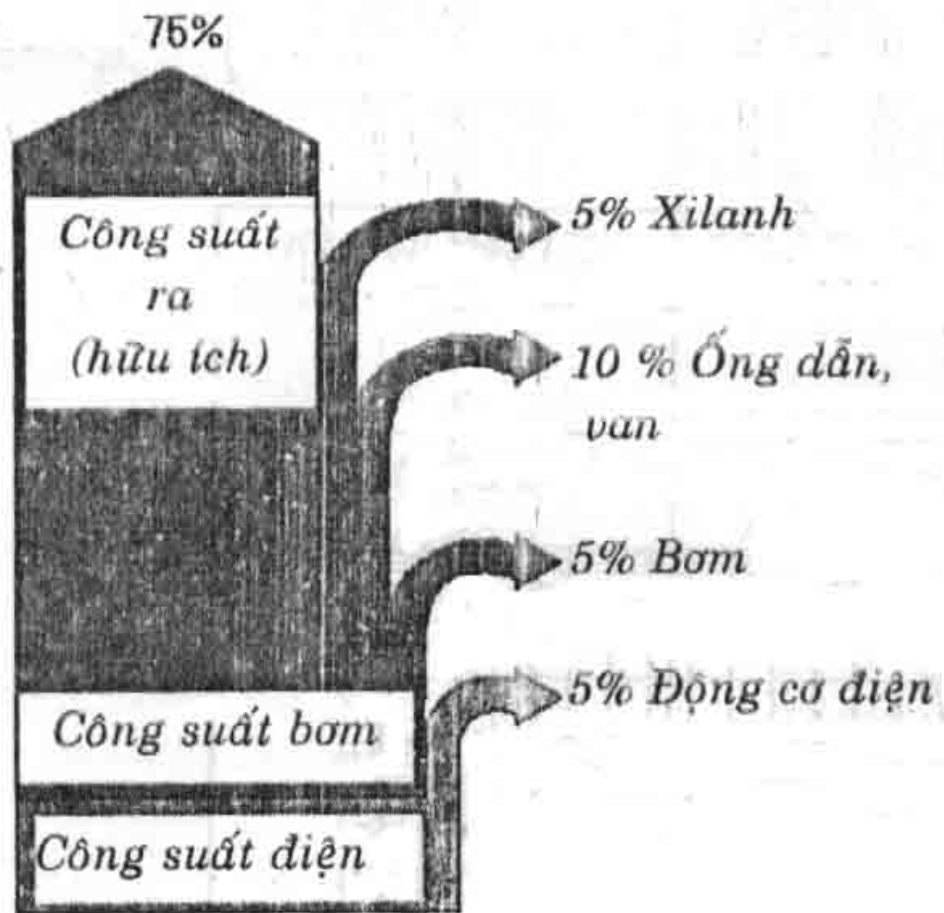
Flow at sudden contraction of cross section

## •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:



Đồ thị tổn thất áp suất ở van



Tổn thất trong hệ thống thủy lực

\*) Ví dụ: tính tổn thất lưu lượng:

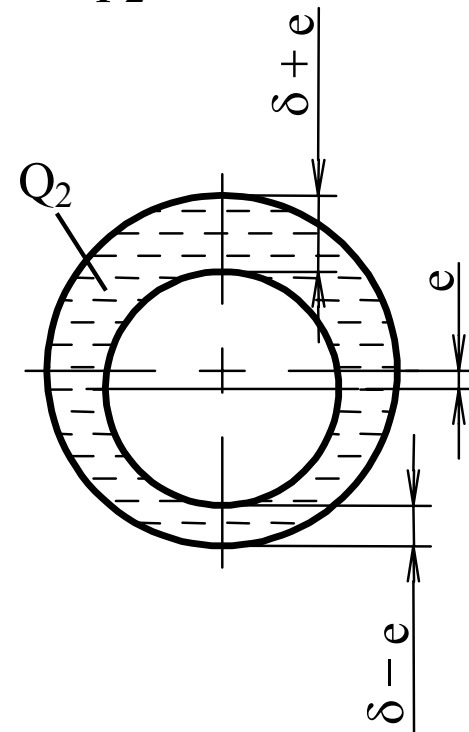
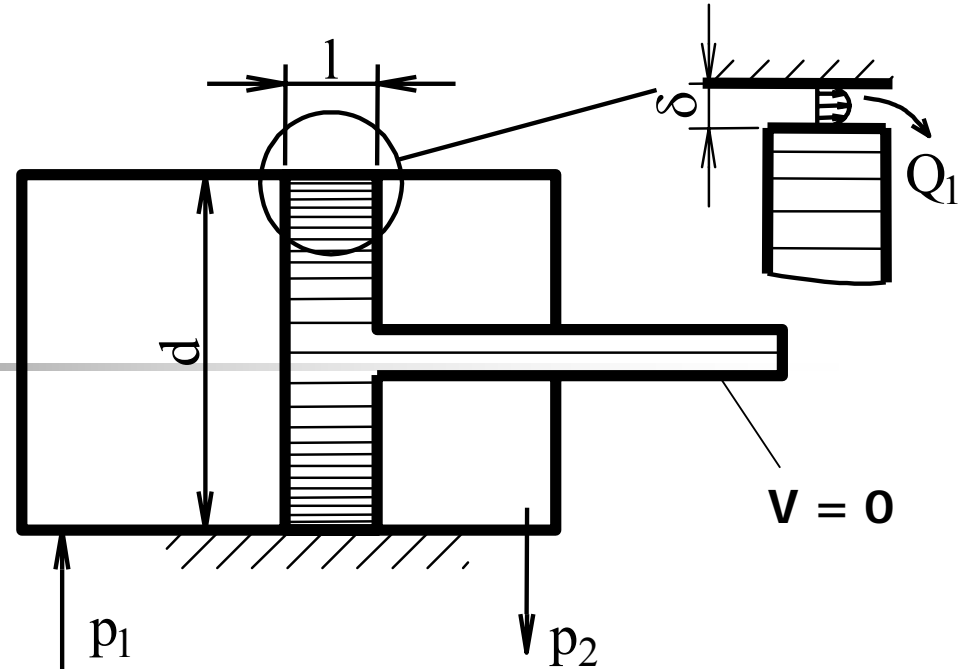
$$Q_1 = \frac{\pi d \delta^3 \Delta p}{12 \eta l}$$

- TH pitton cđộng:

$$Q_1 = \frac{\pi d \delta \cdot V}{2}$$

- TH lệch tâm:

$$Q_2 = \frac{\pi d \delta^3}{12 \eta l} \left[ 1 + \left( \frac{l}{\delta} \right)^2 \right] \Delta p$$



## Trở quán tính:

$$\Delta p = p_1 - p_2$$

$$m = F \cdot l \cdot \rho$$

$$\rightarrow \Delta p \cdot F = m \cdot a = m \cdot dv/dt$$

$$\Delta p = \frac{m}{F} \cdot \frac{dV}{dt} = \frac{m}{F^2} \cdot \frac{d(FV)}{dt} = \frac{m}{F^2} \cdot \frac{dQ}{dt}$$

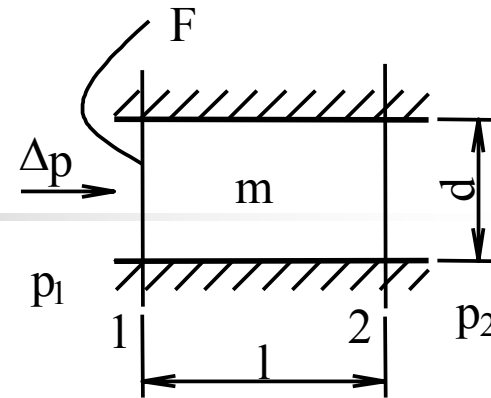
Liên hệ với mạch điện:

$$\Delta U = L \cdot \frac{dI}{dt}$$

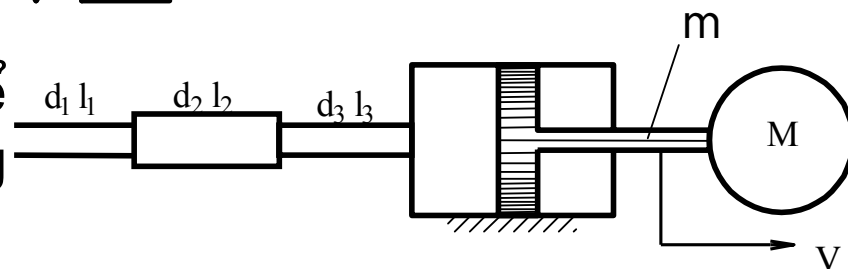


Khi tính toán, tính công để thắng lực quán tính với tổng khối lượng tương đương

$$m_1 V_1^2 + m_2 V_2^2 + \dots + m V^2 = M V^2$$



Trở quán tính



■ Trở biến dạng (nén dầu, dẫn ống):

Ta đã có: 
$$\Delta V = \frac{V_0}{E_d} \cdot \Delta p$$

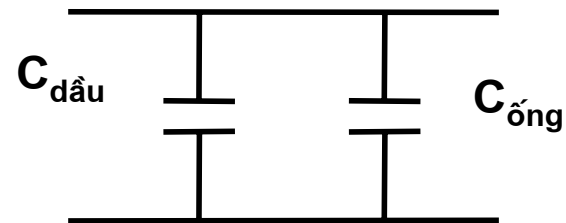
$$\rightarrow \frac{dV}{dt} = \frac{V_0}{E_d} \cdot \frac{dp}{dt} \rightarrow Q = C_{dầu} \cdot \frac{dp}{dt}$$
  
 $Q$  ←      → Tương tự như tụ điện



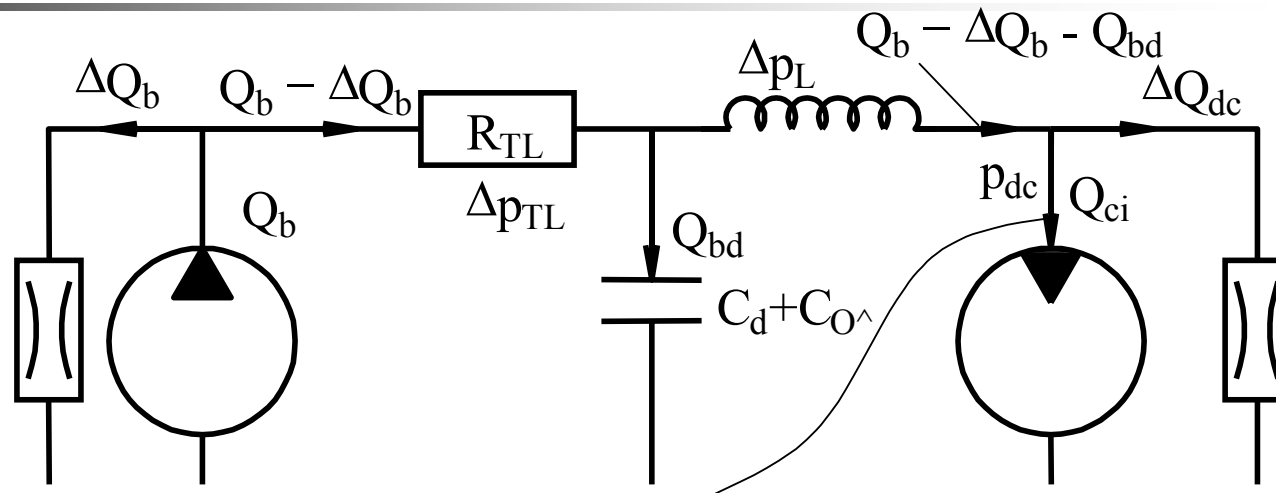
$$I = C \cdot \frac{dU}{dt}$$

Ta phải tính cả  $C_{ống}$ :

$$C = C_d + C_{ống}$$



■ Công suất bơm:  $N = p \cdot Q$



$$Q_{ci} = Q_b - \Delta Q_b - Q_{bd} - \Delta Q_{dc}$$

$$p_{dc} = p_b - \Delta p_{TL} - \Delta p_L$$

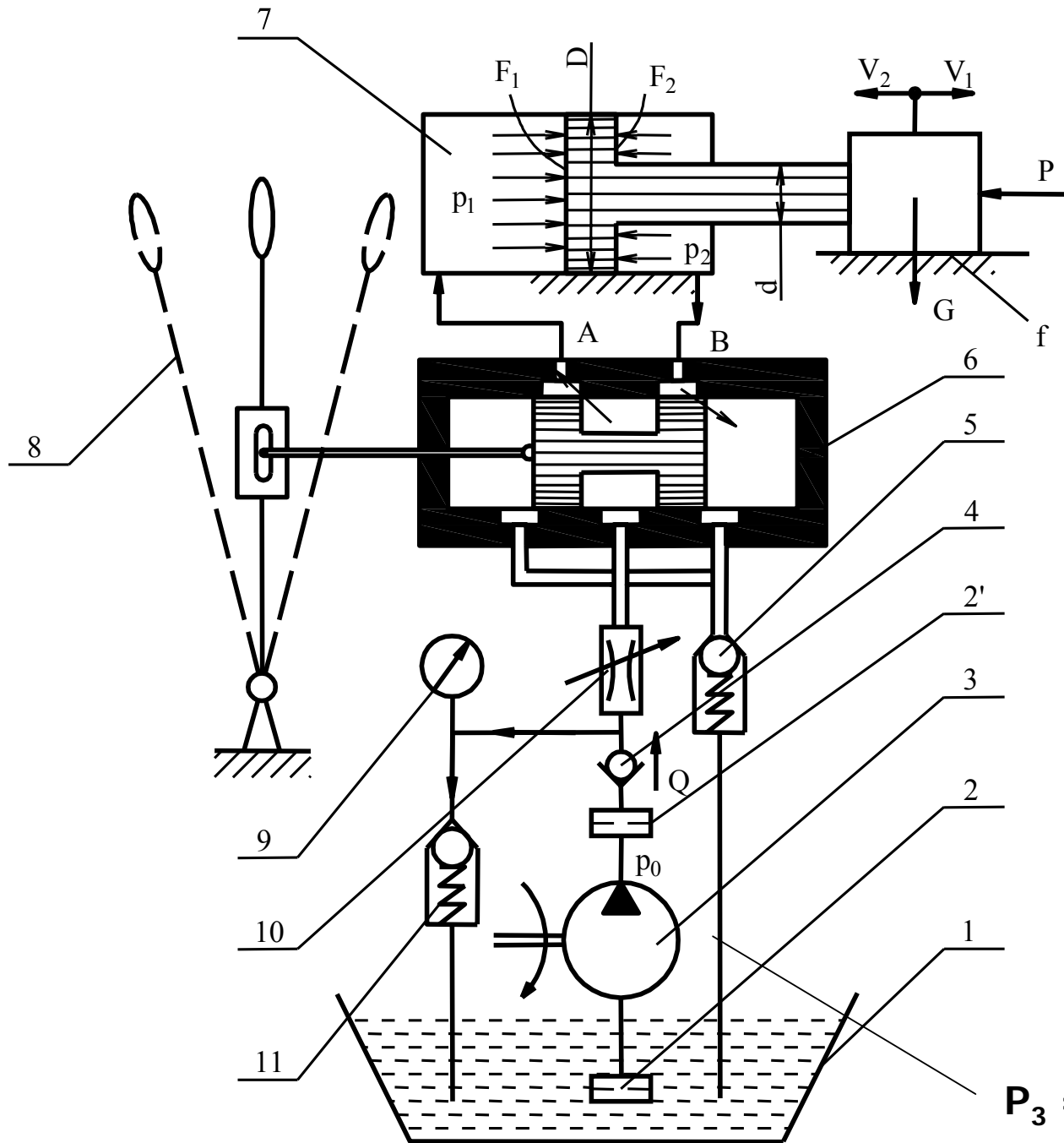
■ Hiệu suất hệ thống thủy lực:

$$\eta = \eta_{CoKhi} \cdot \eta_{N-ThuyLuc}$$

Xét về mặt công suất

$$\eta_{N-ThuyLuc} = \frac{Q_{ci} \cdot p_{dc}}{Q_b \cdot p_b}$$



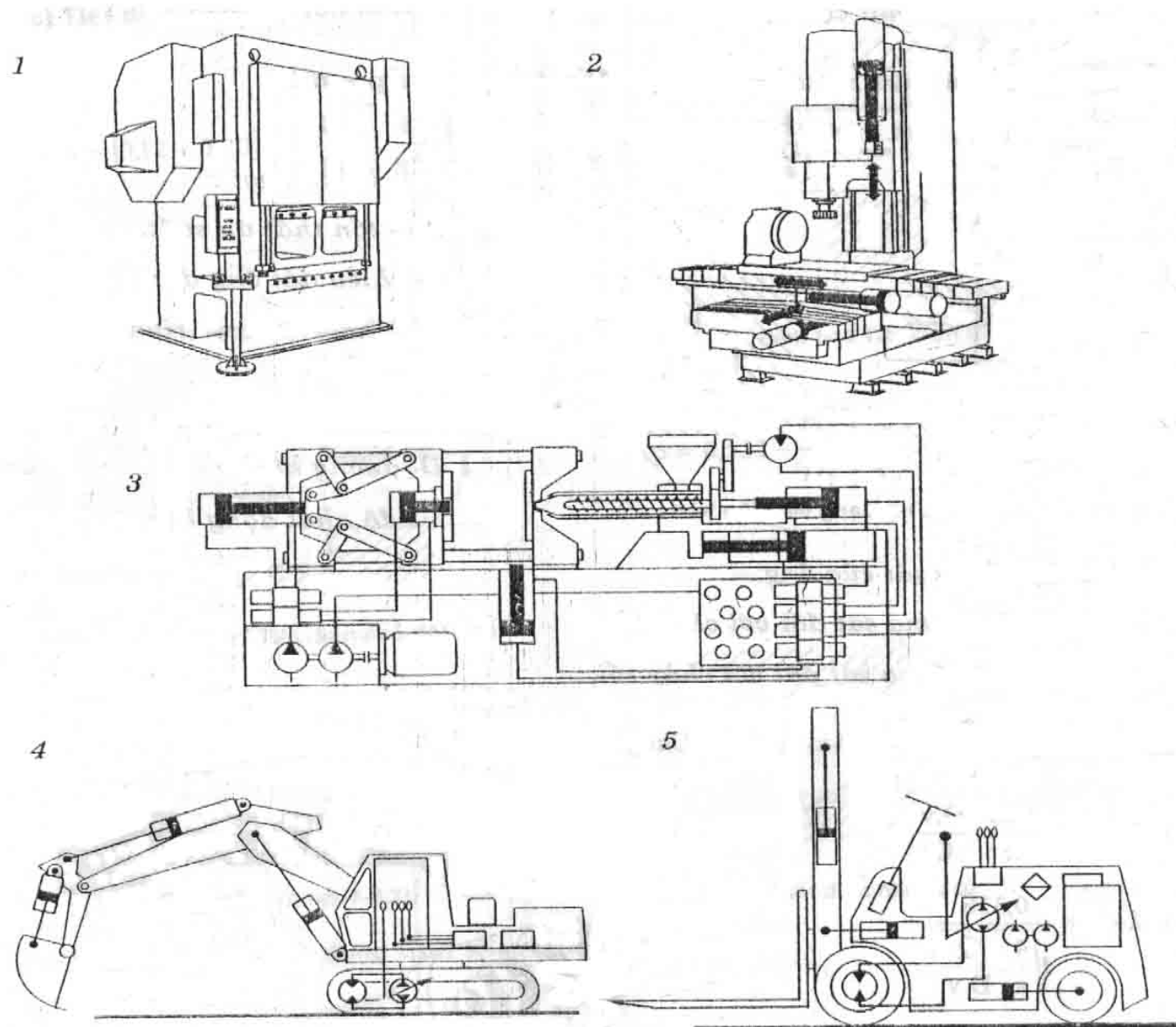
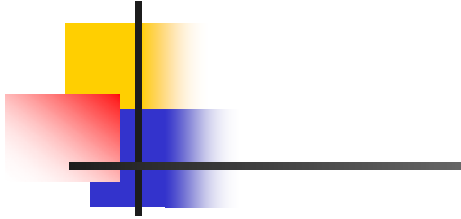


## Xét 1 sơ đồ thủy lực

- 1) Bể dầu
- 2) 2') Lọc thô, lọc tinh
- 3) Bơm
- 4) Van 1 chiều
- 5) Van đảo chiều
- 6) Van đảo chiều
- 7) Xi lanh lực
- 8) Tay gạt điều khiển
- 9) áp kế
- 10) Van tiết lưu
- 11) Va an toàn

$$P_3 = p_a = 0$$

## Phạm vi ứng dụng



Hình 1-6 Phạm vi ứng dụng của truyền động thủy lực  
1. Máy đập; 2. Máy phay; 3. Máy ép nhựa;  
4. Máy xúc; 5. Máy nâng chuyển



# CHƯƠNG II

## CƠ CẤU BIẾN ĐỔI NĂNG LƯỢNG

---

- I) Bơm
  - 1) Bơm bánh răng
  - 2) Bơm cánh gạt
  - 3) Bơm pít tông
  - 4) ...
- II) Động cơ
- III) Xi lanh lực





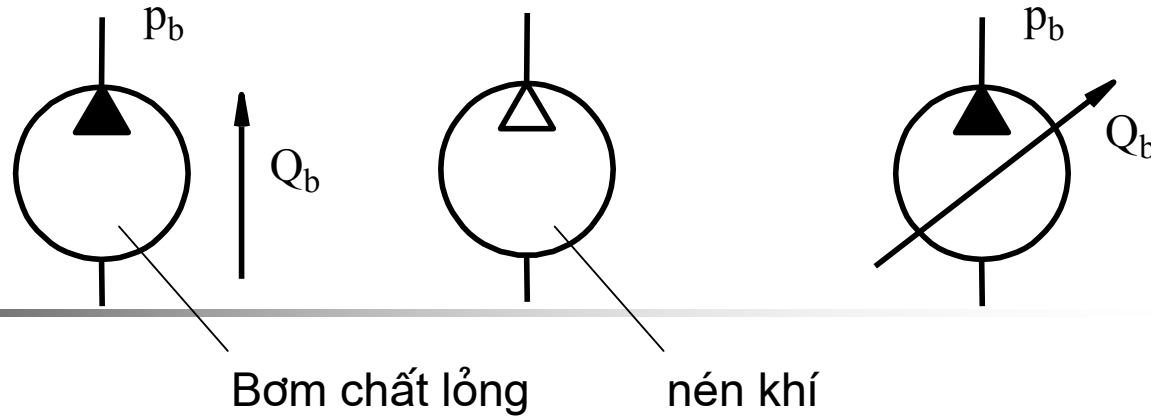
## I) Bơm

### Nguyên lý:

---

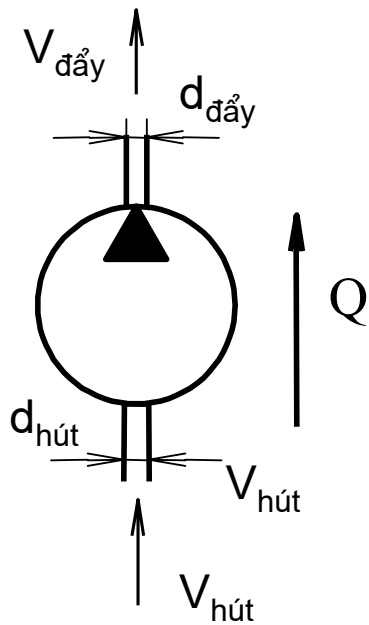
- Bơm dầu là một cơ cấu biến đổi năng lượng, dùng để biến cơ năng thành năng lượng của dầu (dòng chất lỏng).
- Trong hệ thống dầu ép thường chỉ dùng **bơm thể tích**, tức là loại bơm thực hiện việc **biến đổi năng lượng bằng cách thay đổi thể tích** các buồng làm việc
  - khi thể tích các buồng làm việc tăng, bơm rút dầu, thực hiện chu kỳ hút
  - khi thể tích của buồng giảm, bơm đẩy dầu ra thực hiện chu kỳ nén
- Tùy thuộc vào lượng dầu do bơm đẩy ra trong một chu kỳ làm việc, ta có thể phân ra hai loại bơm thể tích:
  - Bơm có lưu lượng cố định, gọi tắt là bơm cố định.
  - Bơm có lưu lượng có thể điều chỉnh, gọi tắt là bơm điều chỉnh.

**Ký hiệu:**



**A) Bơm cố định (không có lưu lượng)**

**B) Bơm điều chỉnh lưu lượng Q**



**Giả thiết dòng chảy liên tục:**

$$Q = \frac{\pi d_h^2}{4} \cdot V_h = \frac{\pi d_d^2}{4} \cdot V_d$$

$$d = 2 \cdot \sqrt{\frac{Q}{\pi V}}$$

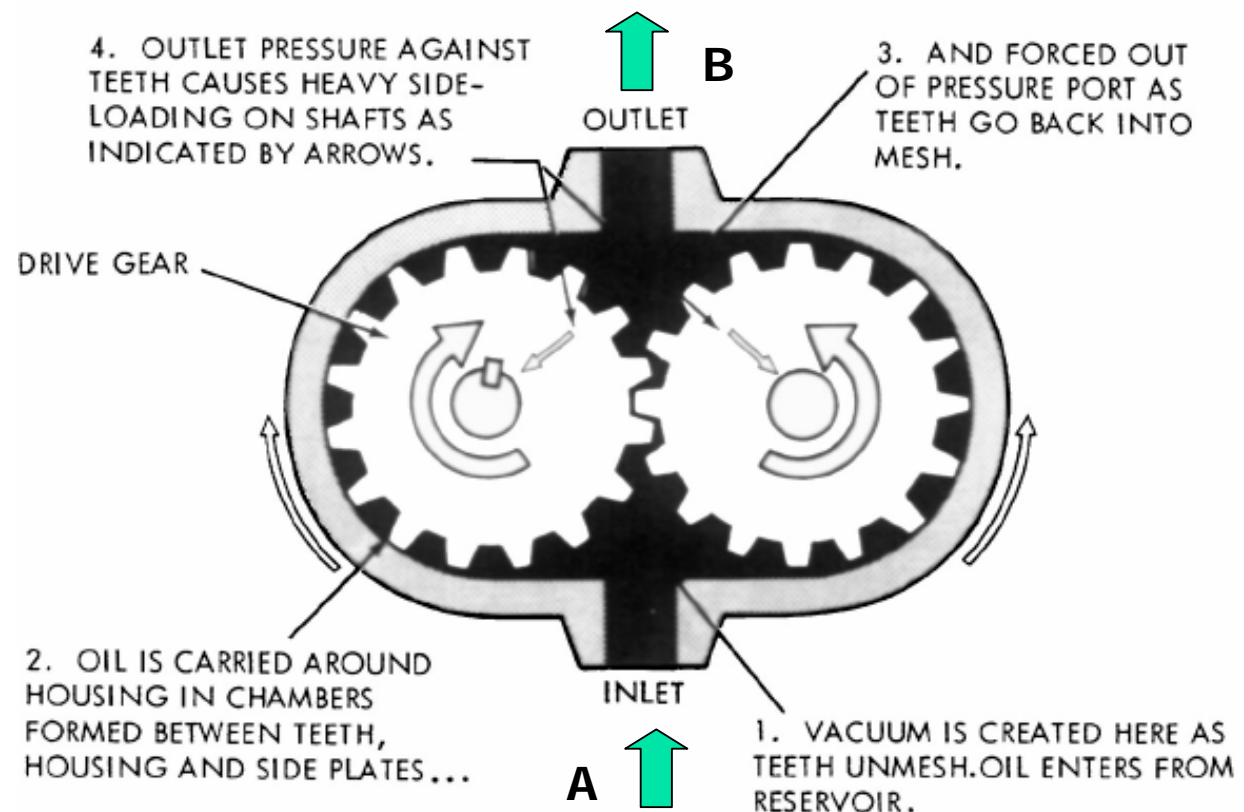
$$V_{hút} = (1 - 2) \text{ m/s}$$

$$V_{đẩy} = (2 - 5) \text{ m/s}$$

## 1) Bơm bánh răng:

Nguyên lý làm việc là thay đổi thể tích:

- khi thể tích của buồng hút A tăng, bơm hút dầu, thực hiện chu kỳ hút và
- khi thể tích giảm, bơm đẩy dầu ra ở buồng B, thực hiện chu kỳ nén



## Phạm vi sử dụng và Phân loại

Bơm bánh răng là loại bơm dùng rộng rãi nhất vì: kết cấu đơn giản, dễ chế tạo.

Phạm vi sử dụng chủ yếu ở những hệ thống có  $p_{nhỏ}$  trên các máy khoan, doa, bào, phay, máy tổ hợp... .

Áp suất của bơm bánh răng hiện nay có thể từ (10 - 200) bar.

### Bơm bánh răng:



- BR ĂK ngoài hoặc ăn khớp trong, có thể là răng thẳng, răng nghiêng hoặc răng chữ V.
- Loại BR ĂK ngoài được dùng rộng rãi hơn vì chế tạo dễ hơn, nhưng BR ĂK trong có kích thước gọn nhẹ hơn.



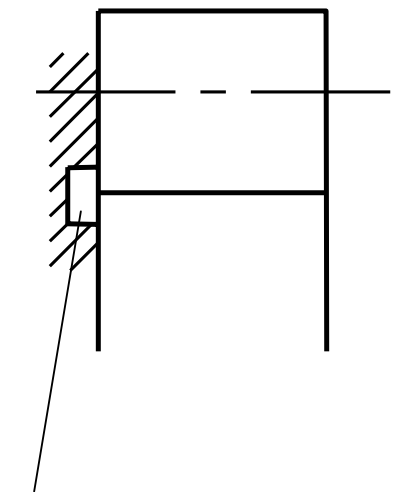
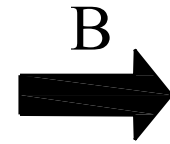
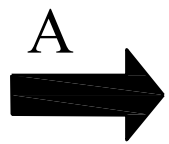
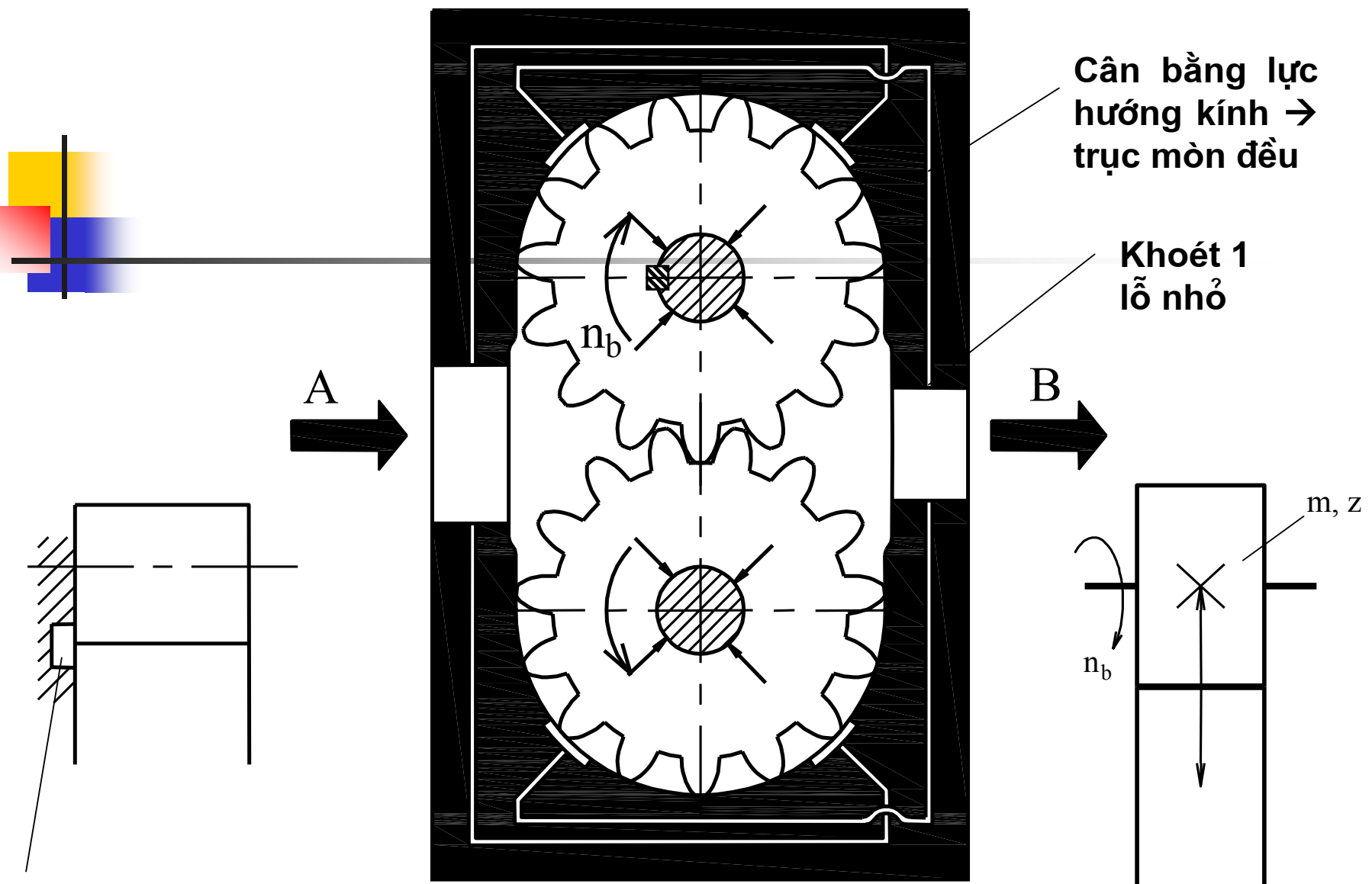
## Ưu, nhược điểm:

- Ưu điểm: kết cấu đơn giản, kt nhỏ, biên dạng răng tiêu chuẩn → dễ chế tạo → giá thành rẻ
- Nhược điểm:
  - Lực hướng kính lớn gây BD trục, thân bơm
  - Thất thoát lưu lượng lớn (ngăn giữa buồng hút-đẩy bằng tiếp xúc đường giữa 2 răng)
  - Có thể có hiện tượng nứt chân răng (do dầu chèn vào khi ĂK)
  - Lưu lượng và áp suất thay đổi khi làm việc (do có sự vào, ra khớp)

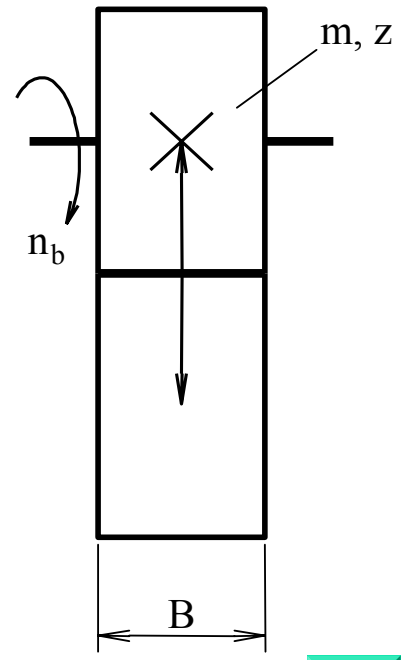
## Khắc phục:

- Tạo các lỗ thông với buồng hút và buồng đẩy → cân bằng lực hướng kính 
- Tạo rãnh thoát dầu → tránh nứt chân răng (thay cho việc phải khoan chân răng (khó)) 





Rãnh tròn, thoát dầu



## Lưu lượng:

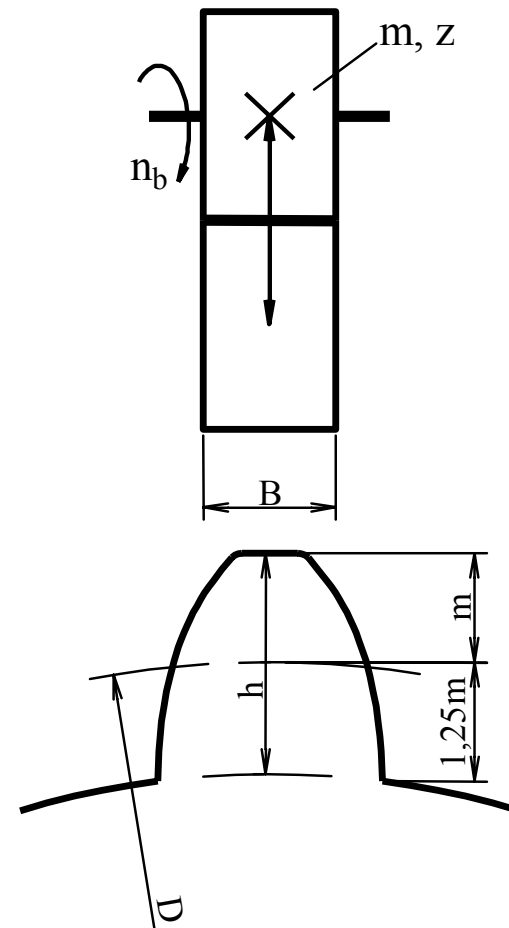
- Coi thể tích dầu được đẩy ra khỏi rãnh răng bằng với thể tích của răng, tức là không tính đến khe hở chân răng và lấy hai bánh răng có kích thước như nhau (cùng  $m, z$ )

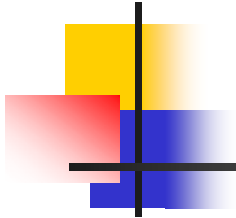
$$Q_b = q_b \cdot n_b \left[ \frac{m^3}{ph} \right]$$

- $q_b$  – lưu lượng riêng,  $m^3/\text{vòng}$  (thể tích mà bơm bơm được/vòng)
- $N_b$  – số vòng quay của bơm, vòng/phút

$$q_b = \frac{\pi \cdot D}{2} \cdot h \cdot B \cdot 2 = \pi \cdot D \cdot h \cdot B$$

Hai bánh răng





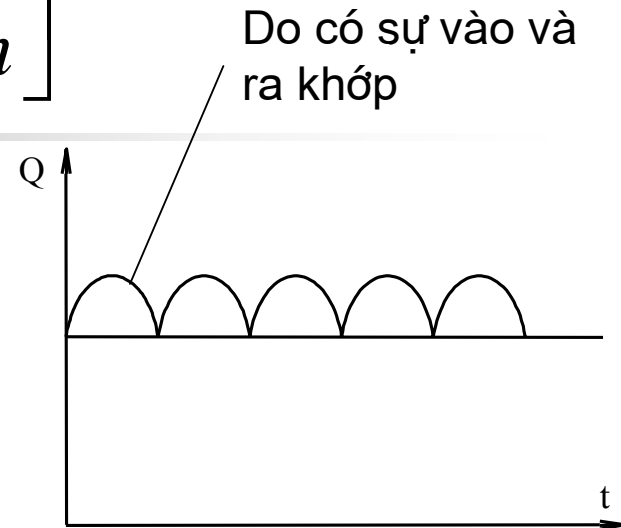
$$\rightarrow Q_b = 2\pi \cdot B \cdot m^2 \cdot Z \cdot n_b \quad \left[ \frac{m^3}{ph} \right]$$

- Thông thường  $\uparrow m \rightarrow \uparrow Q$  (m tăng  $\rightarrow$  rãnh răng lớn  $\rightarrow \uparrow Q$ )
- Vận tốc dài tối thiểu để bơm được:

$$V_{\min} = 0,17 \frac{P}{E^0} \quad (m/s)$$

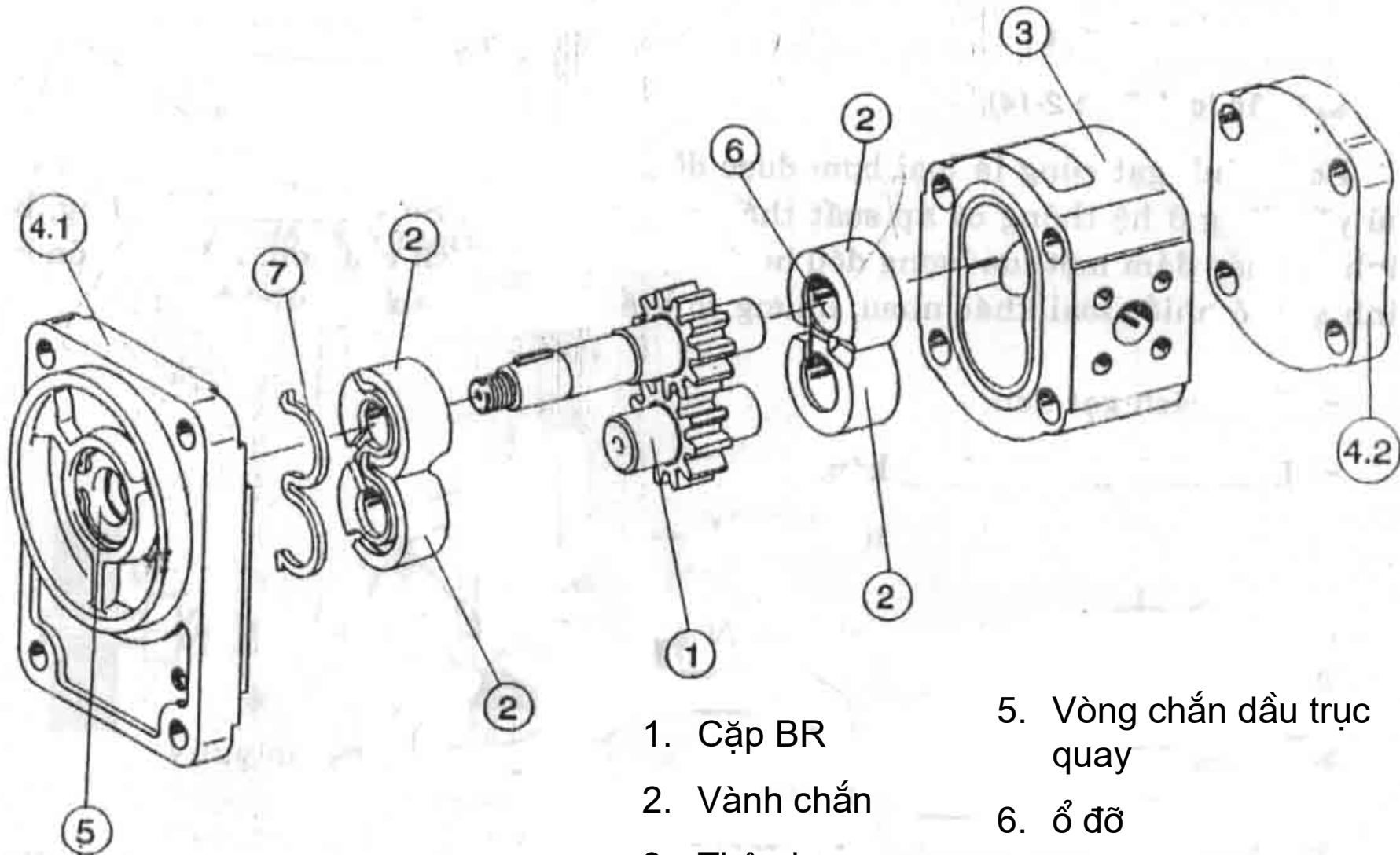
$E^0 \rightarrow$  Độ nhớt Engle

p – bar



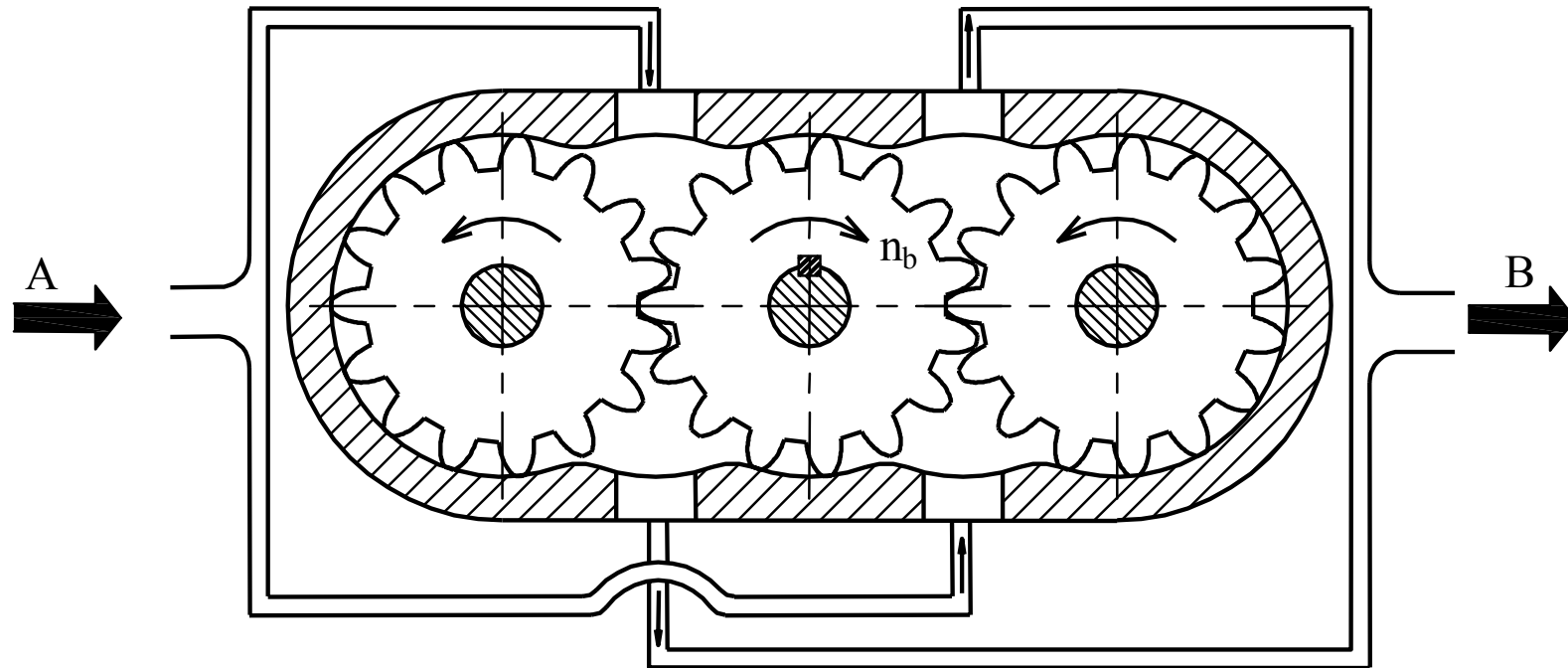
$\rightarrow$  Dầu càng đặc  $\rightarrow$  quay chậm được. Với dầu bình thường thì  $n = 900 - 1500$  v/ph là tốt nhất ( $n$  lớn quá  $\rightarrow$  sủi bọt dầu)

- **Kết cấu bơm BR:**



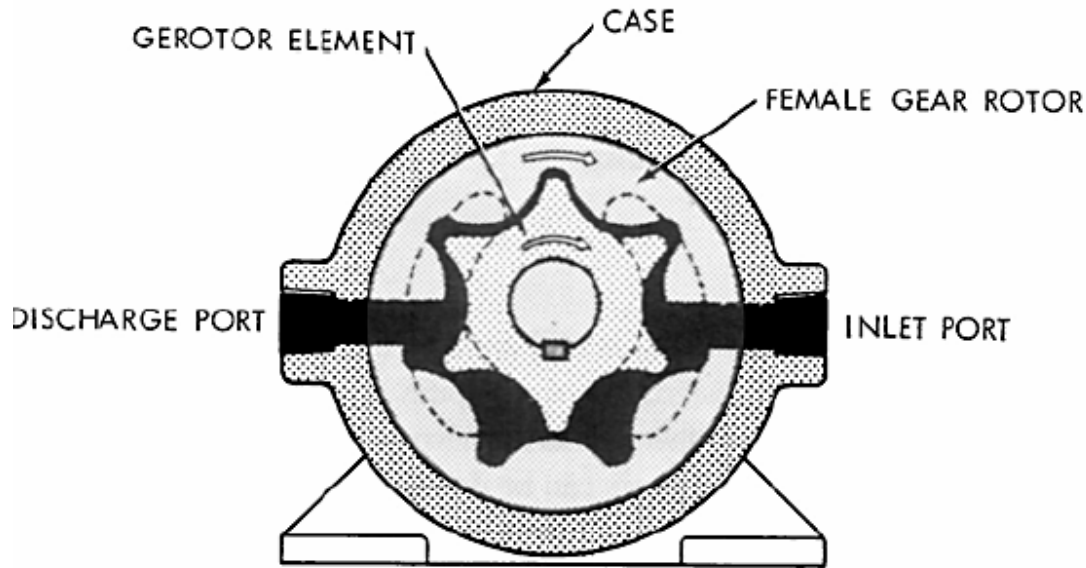
- |                     |                                |
|---------------------|--------------------------------|
| 1. Cặp BR           | 5. Vòng chắn dầu trục quay     |
| 2. Vành chặn        | 6. Ổ đỡ                        |
| 3. Thân bơm         | 7. Vòng chắn điều chỉnh khe hở |
| 4. 1 – 4.2 mặt bích |                                |

## Bơm BR kép:



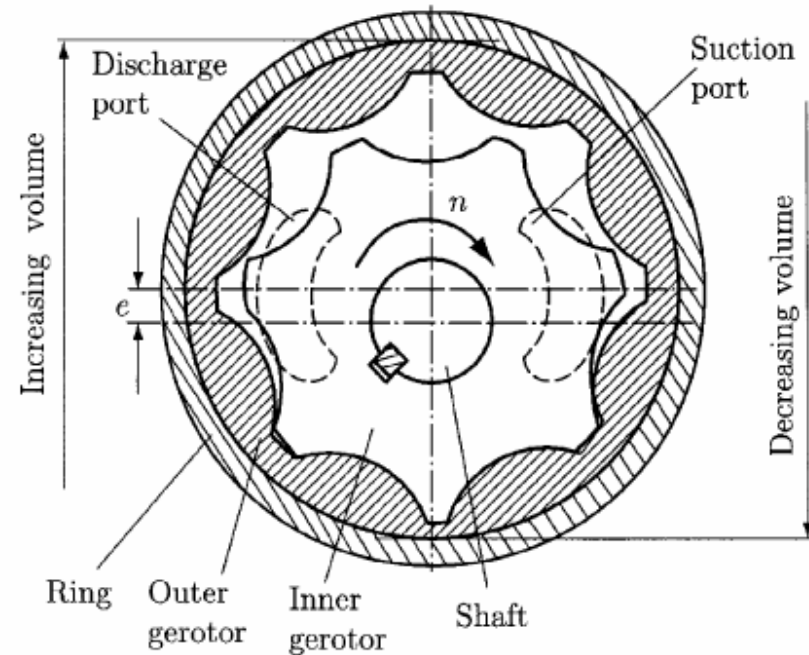
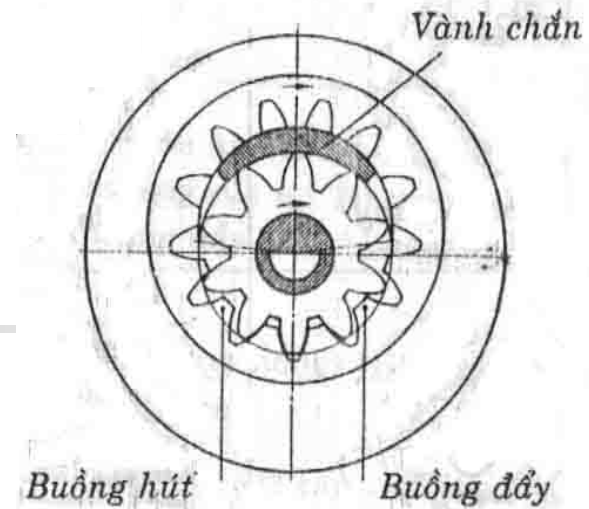
- Giảm tải tác động một phía. Đơ truyền momen vào BR giữa  $\rightarrow$  momen cân bằng. Tuy nhiên, người ta cũng dùng các đường giảm tải như bơm 1 cặp BR.
- Lưu lượng tăng gấp 2 so với bơm đơn

# Bơm BR ăn khớp trong:



*Internal gear pumps.*

Kích thước nhỏ gọn, tổn thất thể tích nhỏ hơn bơm BR ẮK ngoài. Chế tạo phức tạp





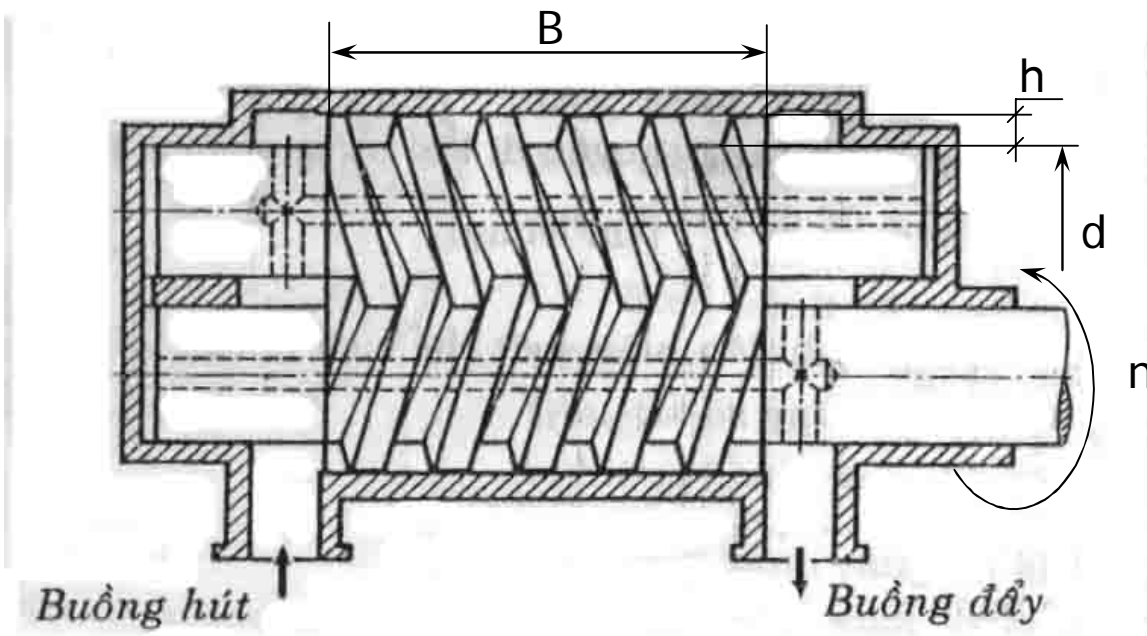
□ **Bơm trực vít:** là sự biến dạng của bơm bánh răng.

Đặc điểm:

- Dầu được chuyển từ buồng hút sang buồng nén theo chiều trục;
- và không có hiện tượng chèn dầu ở chân ren.
- Nhược điểm của bơm trực vít là chế tạo trực vít khá phức tạp.
- Ưu điểm căn bản là chạy êm, độ nhấp nhô lưu lượng nhỏ

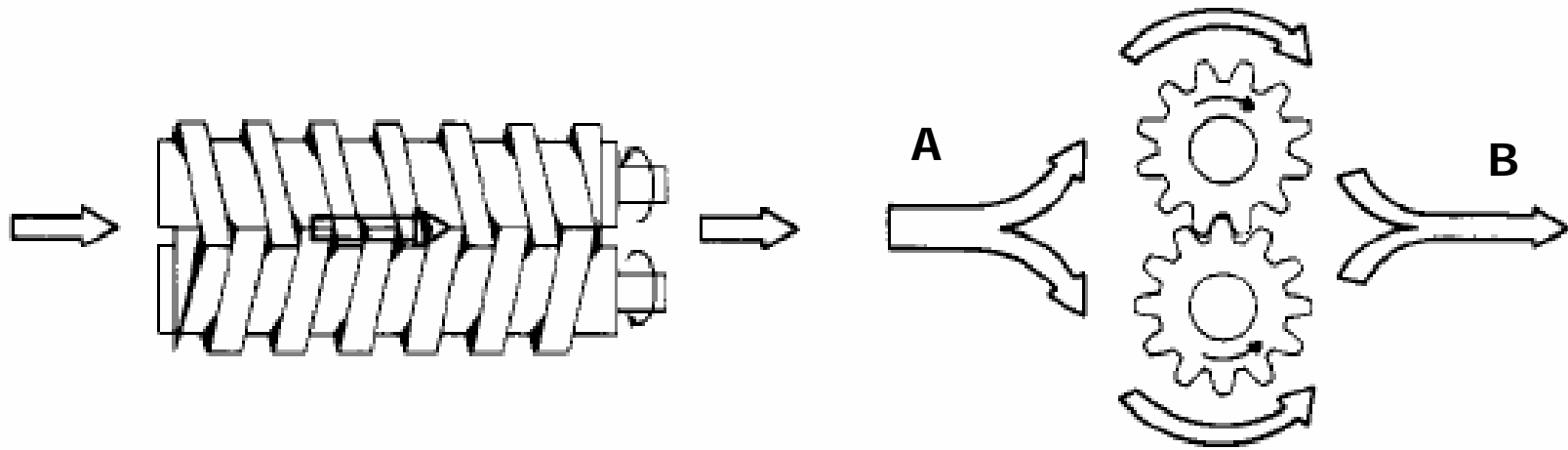
Bơm trực vít thường được sản xuất thành 3 loại:

- Loại áp suất thấp:  $p = 10 - 15 \text{ bar}$ .
- Loại áp suất trung bình:  $p = 30 - 60 \text{ bar}$ .
- Loại áp suất cao:  $p = 60 - 200 \text{ bar}$  ( $p_{\max} = 350 \text{ bar}$ )



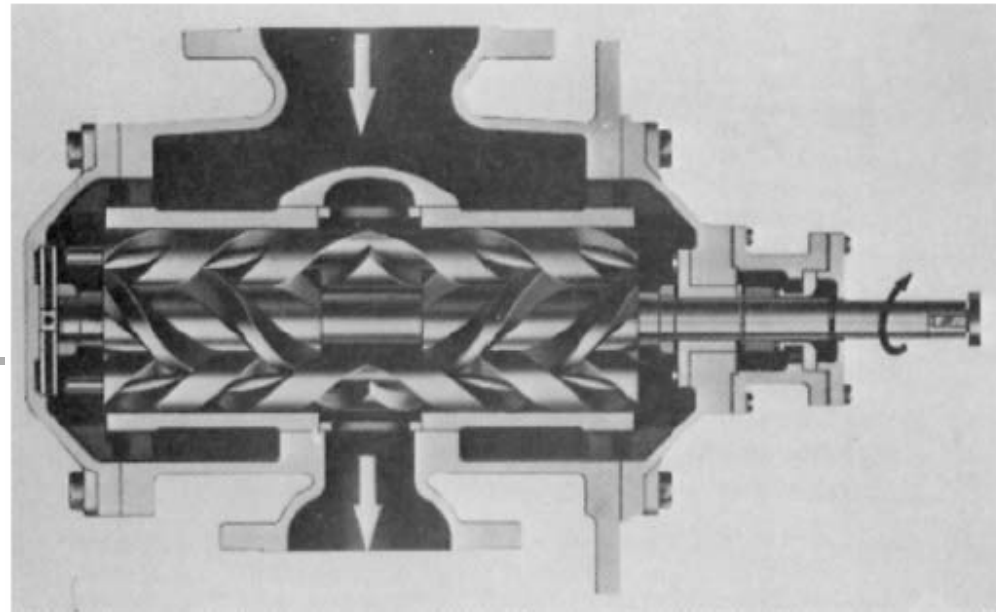
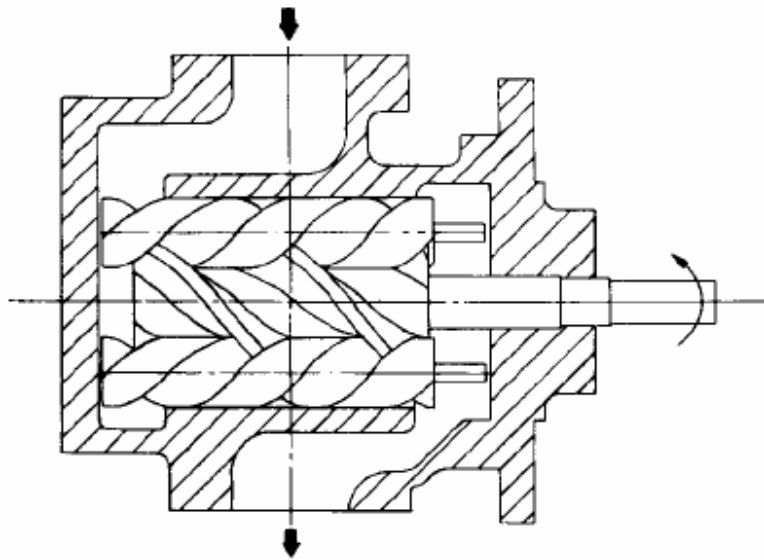
Lưu lượng:

$$Q = \pi d \cdot h \cdot B \cdot n$$

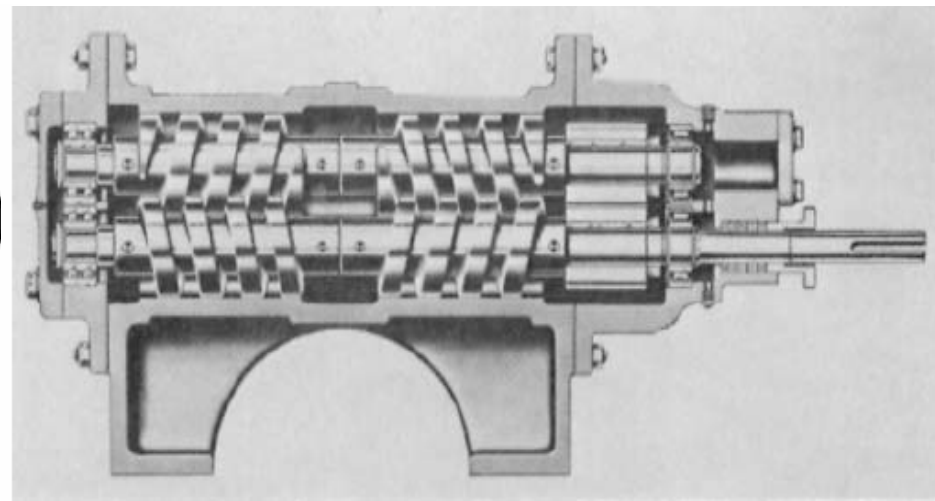
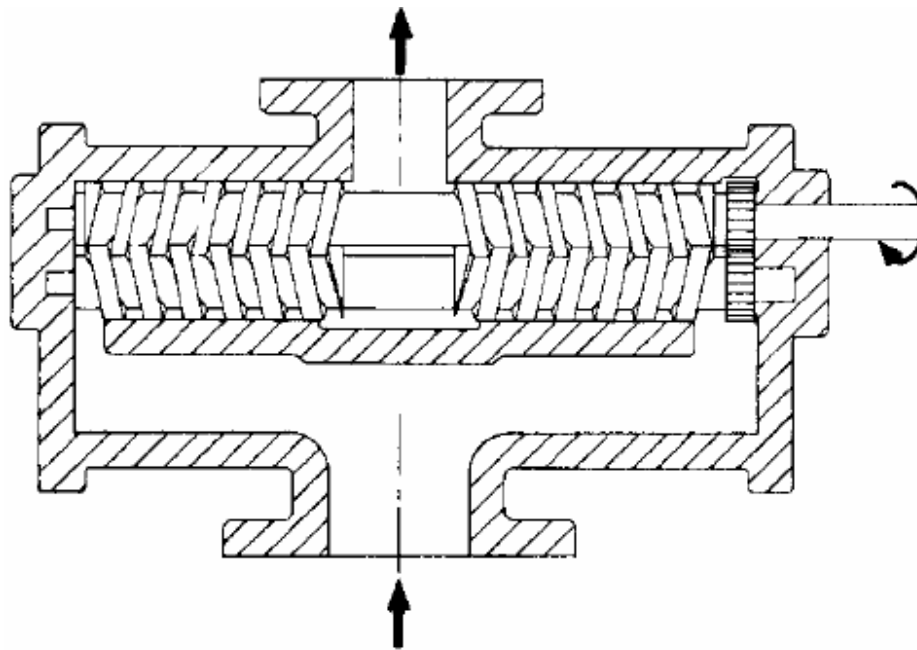




□ Một số loại bơm trục vít:



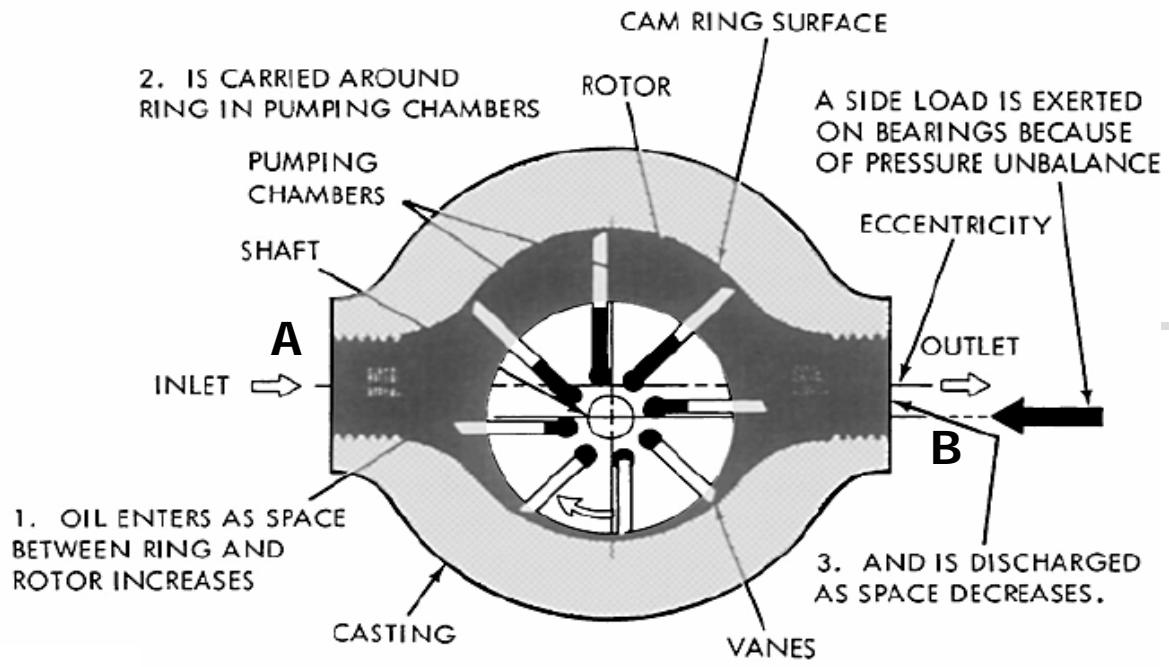
Double-end pump. Flow path provides axial balance. (Imo Pump)



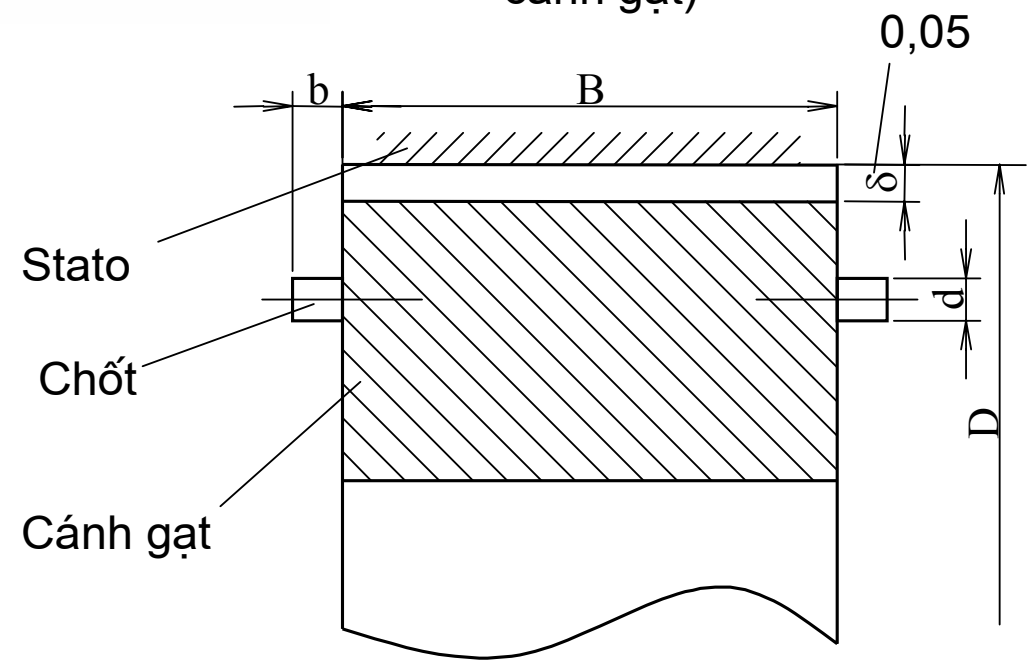
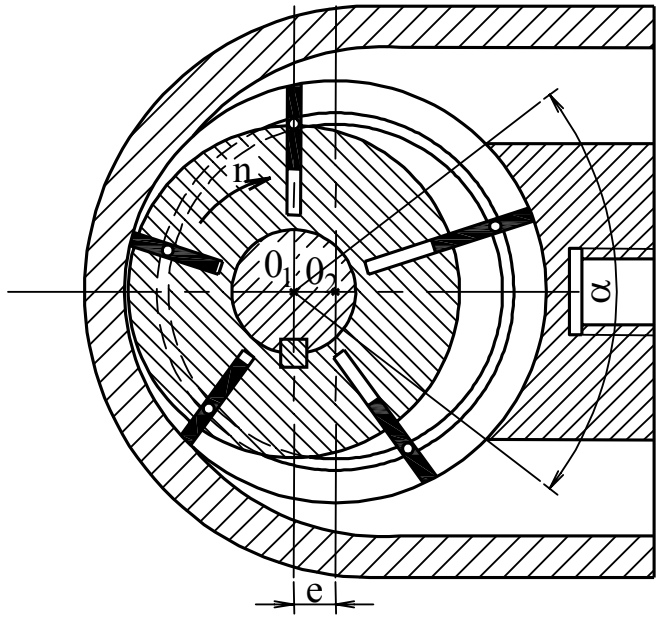
Double-end internal gear design. (Flowsolve Corporation)

## 2) Bơm cánh gạt:

- Là loại bơm được dùng rộng rãi sau bơm bánh răng
- Chủ yếu dùng ở hệ thống có áp suất thấp và trung bình.
- So với bơm bánh răng, bơm cánh gạt bảo đảm một lưu lượng đều hơn, hiệu suất thể tích cao hơn. Không yêu cầu dầu sạch bằng bơm BR.
- Kết cấu của bơm cánh gạt có nhiều loại khác nhau, nhưng có thể chia thành hai loại chính :
  - Bơm cánh gạt đơn.
  - Bơm cánh gạt tác dụng kép.
- Bơm cánh gạt đơn là khi trục quay một vòng, nó thực hiện một chu kỳ làm việc bao gồm một lần hút và một lần nén.
- Bơm cánh gạt kép là khi trục quay một vòng, nó thực hiện hai chu kỳ làm việc bao gồm hai lần hút và hai lần nén



Vane pump.



## Bơm cánh gạt cấp dầu từ ngoài vào

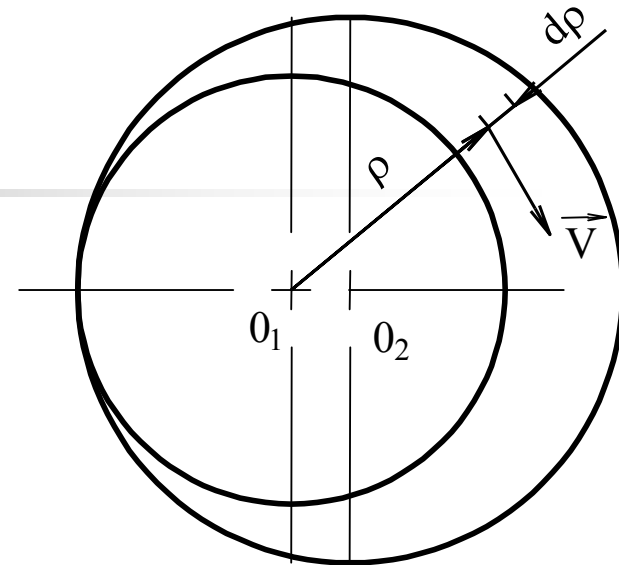
Cánh gạt có thể đỡ theo hướng kính.

Để giảm lực tiếp xúc giữa dầu cánh gạt và thành Stato (do ly tâm), ngta cho cánh gạt đỡ cứng bức trên rãnh tròn trên mặt bên (chốt/con lăn lắp 2 bên cánh gạt)

Để buồng hút luôn ngăn cách buồng nén:

$$\alpha \geq \frac{2\pi}{Z}$$

Z – số cánh gạt



■ Lưu lượng Q

Lấy 1 điểm có BK  $\rho$ , tại đó vận tốc  $\vec{V}$

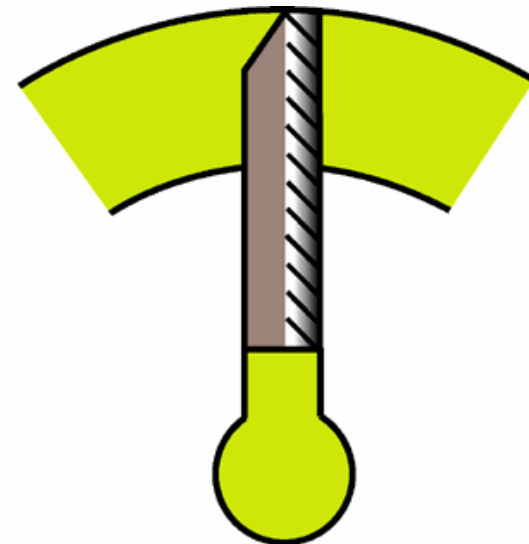
Lấy vi phân  $d\rho$

$$\left. \begin{aligned} dQ &= B \cdot d\rho \cdot V \\ V &= \omega \cdot \rho; \omega = \frac{2\pi n}{60} \end{aligned} \right\} \rightarrow dQ = 2\pi B n \rho d\rho$$

$$\rightarrow Q = 2\pi B n \int_{\frac{D}{2}-e}^{\frac{D}{2}+e} \rho d\rho = 2\pi B n e D$$

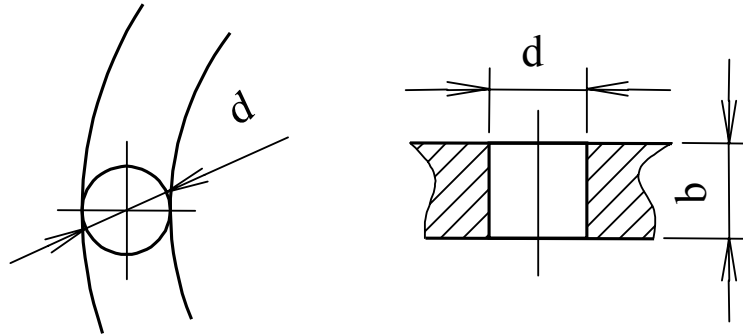
Thấy  $e = 0 \rightarrow Q = 0$

Q không phụ thuộc đường kính trong (phụ thuộc e)



Tính thêm lưu lượng do chốt d:

$$dQ_C = 2 \cdot b \cdot d \cdot dV \rightarrow Q_C = 2bd \int_{V_{\min}}^{V_{\max}} dV = 2bd(V_{\max} - V_{\min})$$

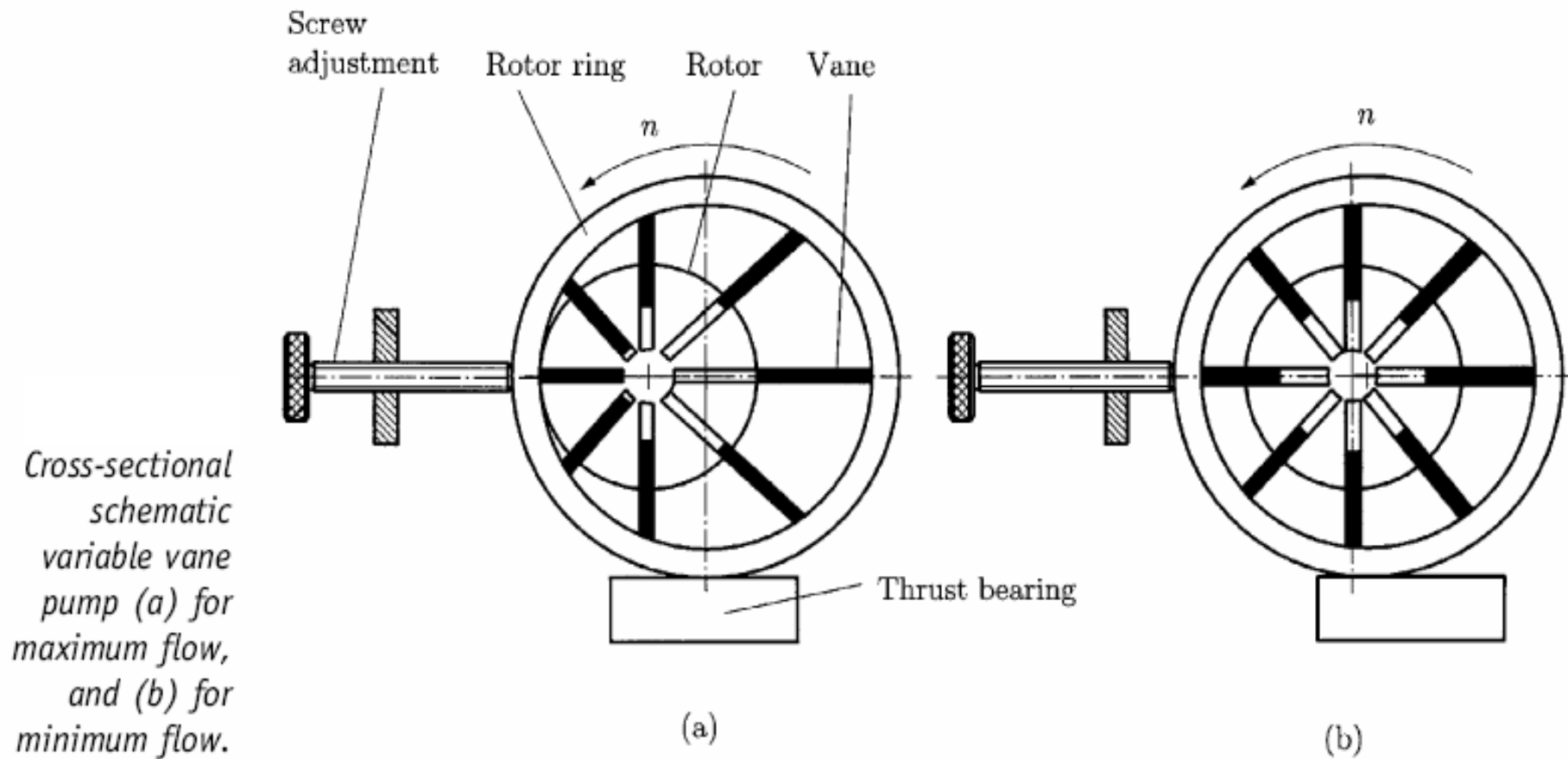


$$\left. \begin{array}{l} V = \omega \rho \\ \omega = 2\pi n \end{array} \right\} \rightarrow Q_C = 2bd \cdot 2\pi \cdot n \cdot 2e = 8\pi \cdot d \cdot b \cdot e \cdot n$$

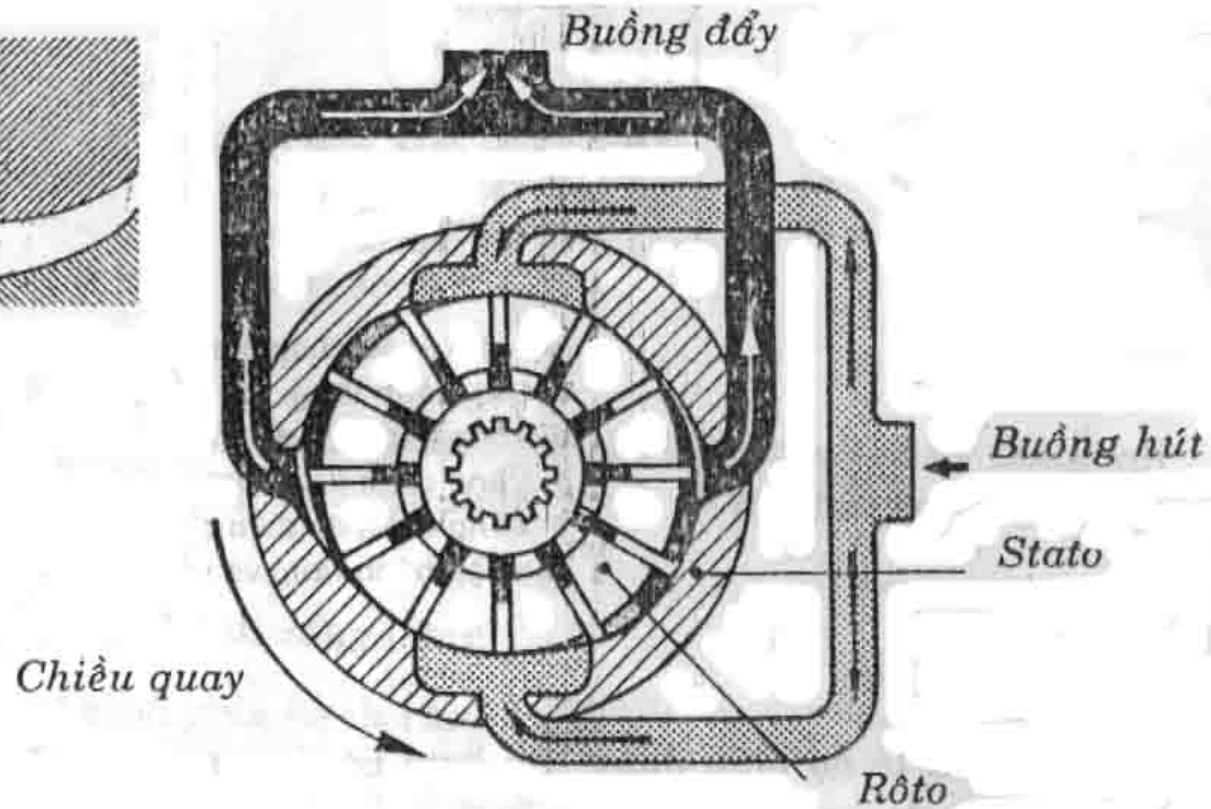
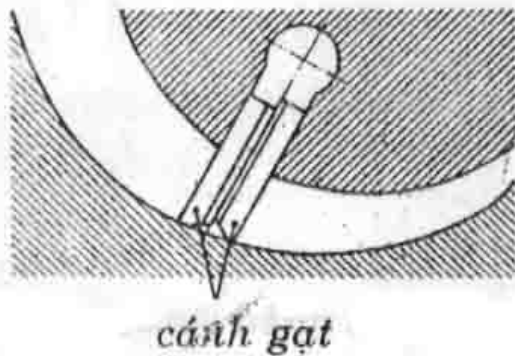
$$V_{\max} - V_{\min} = 2\pi n(\rho_{\max} - \rho_{\min}) = 2\pi n \cdot 2e$$

Thực tế  $Q_C$  nhỏ, nên trong tính toán ta bỏ qua.

## Nguyên tắc điều chỉnh độ lệch tâm e (điều chỉnh lưu lượng)



**Bơm cánh gạt kép:** khi trục quay một vòng, nó thực hiện hai chu kỳ làm việc bao gồm hai lần hút và hai lần nén



$$Q = 5 - 200 \text{ l/ph}$$

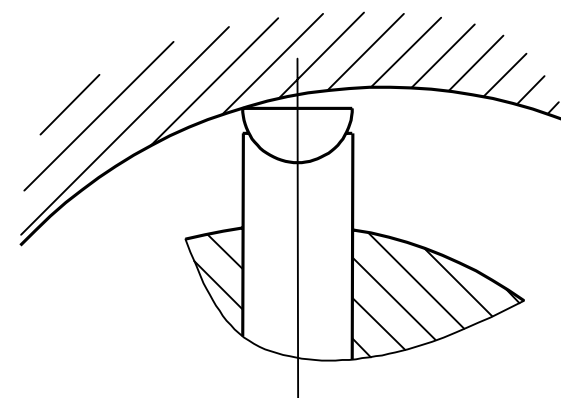
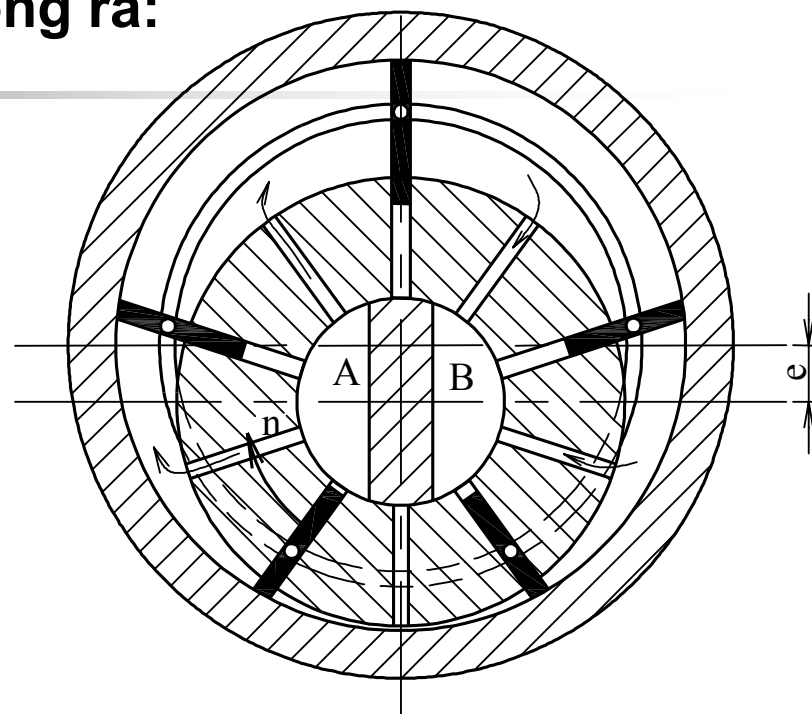
$$p_{\max} = 125 \text{ bar (175bar)}$$

## Bơm cánh gạt dẫn dầu từ trong ra:

Roto là trục rỗng đặc biệt, tạo nên cửa hút A, nén B.

Khi Roto quay (như Hvē), các buồng dầu giữa các cánh gạt ở phía cửa hút A tăng dần  $\rightarrow$  quá trình hút dầu từ cửa A qua các rãnh.

Trong khi đó thể tích giữa các cánh gạt ở phía B giảm dần, thực hiện quá trình nén  $\rightarrow$  dầu qua các rãnh hướng kính vào cửa B, ra ngoài.



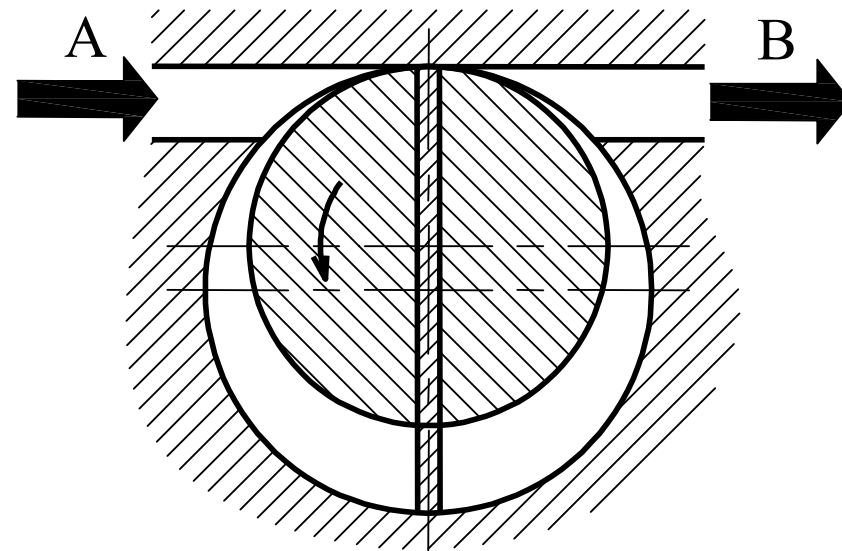


## Bơm cánh gạt đơn (hai cánh)

Dùng trong TH lưu lượng và áp suất nhỏ.

Kết cấu đơn giản, chặt chẽ

Yêu cầu bề mặt trong Stato chế tạo chính xác.

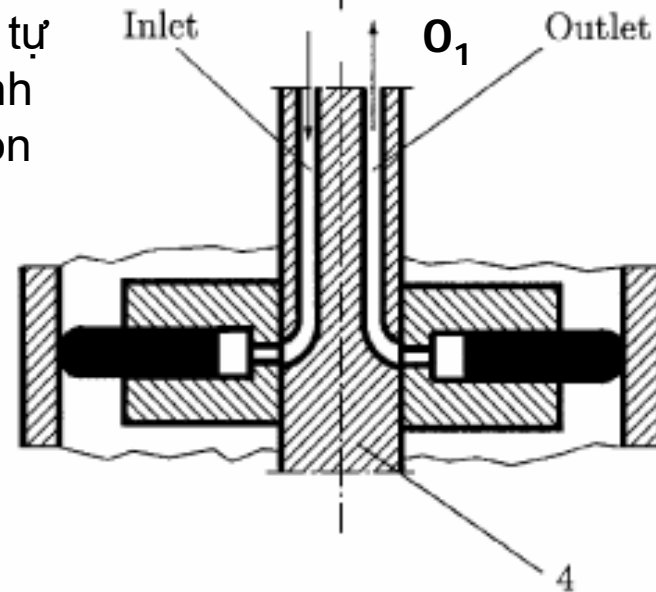
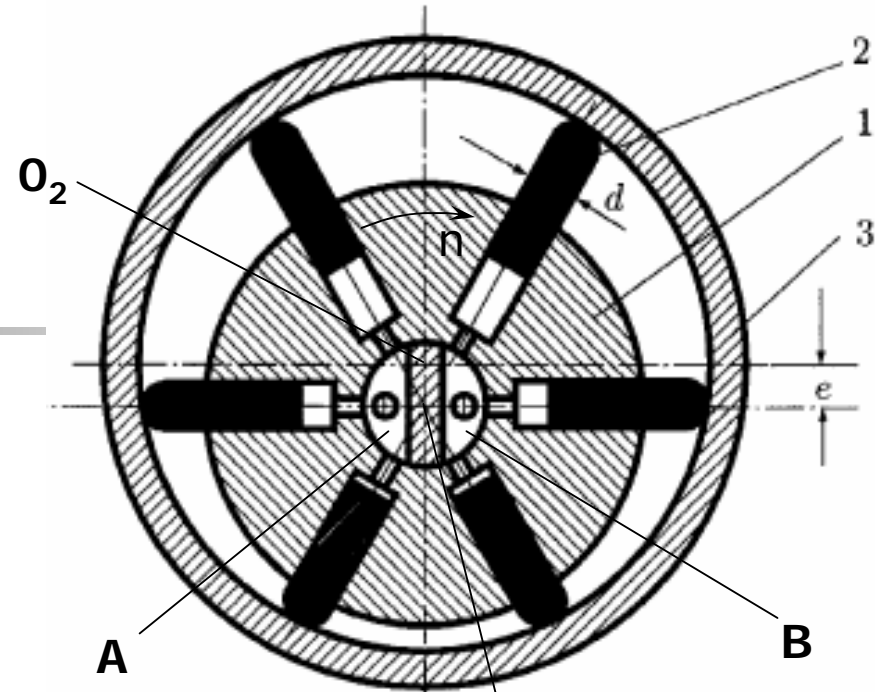
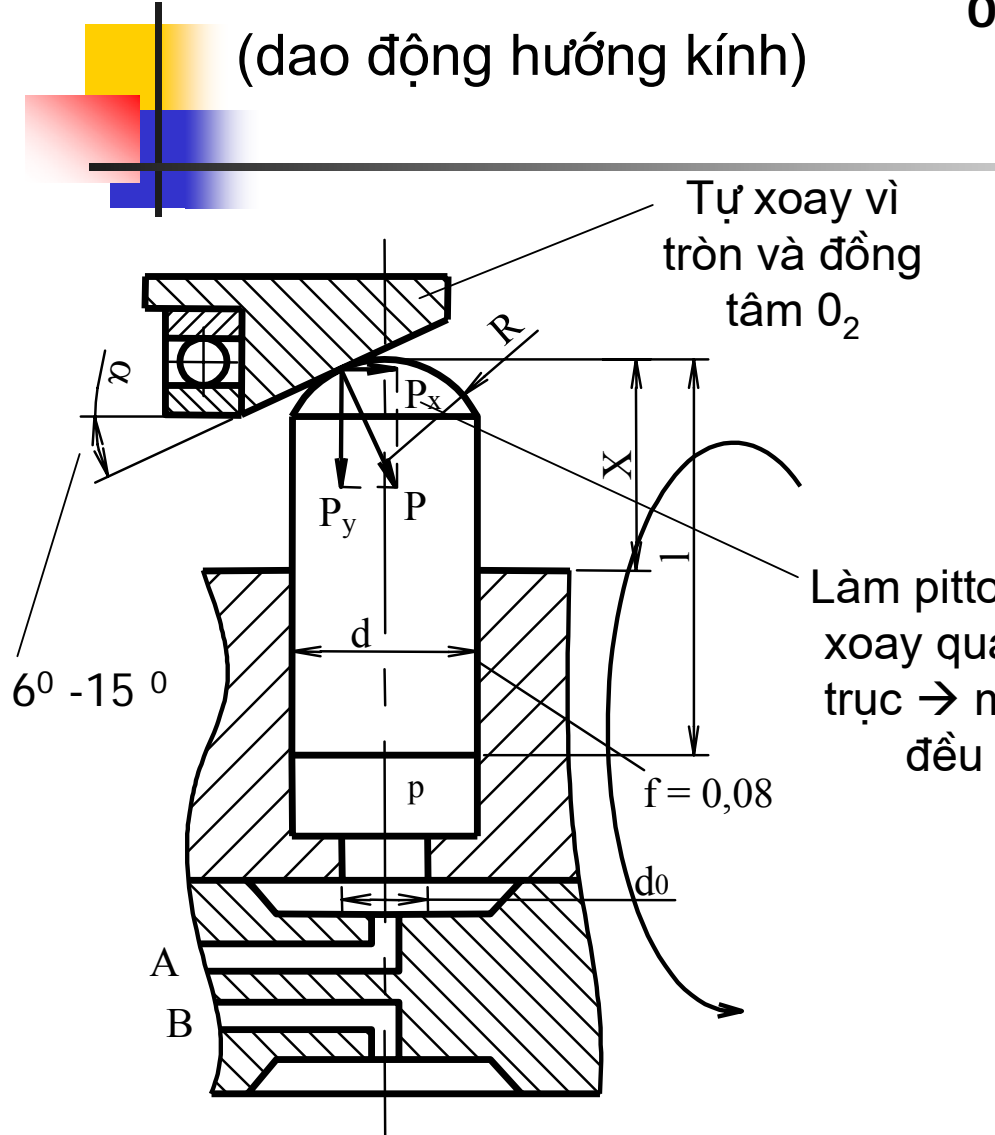


### 3) Bơm pittông:

- Dựa trên nguyên tắc thay đổi thể tích của cơ cấu pittông-xilanh
- Vì bề mặt làm việc là mặt trụ → dễ dàng đạt được độ chính xác gia công cao, bảo đảm hiệu suất thể tích tốt.
- Có khả năng thực hiện được với áp suất làm việc lớn ( $p_{\max} = 700 \text{ bar}$ ).
- Thường dùng ở những hệ thống dầu ép cần áp suất cao và lưu lượng lớn, như máy chuốt, máy xúc, máy nén...
- Dựa trên cách bố trí pittông, bơm có thể phân thành hai loại:
  - Bơm pittông hướng tâm.
  - Bơm pittông hướng trục.
- Bơm pittông có thể chế tạo với lưu lượng cố định, hoặc lưu lượng điều chỉnh được.

**a) Bơm pitton hướng kính:**

(dao động hướng kính)



- Thông thường người ta dùng từ 3 - 11 pitton

$d = 12, 16, 18, 20, 22$

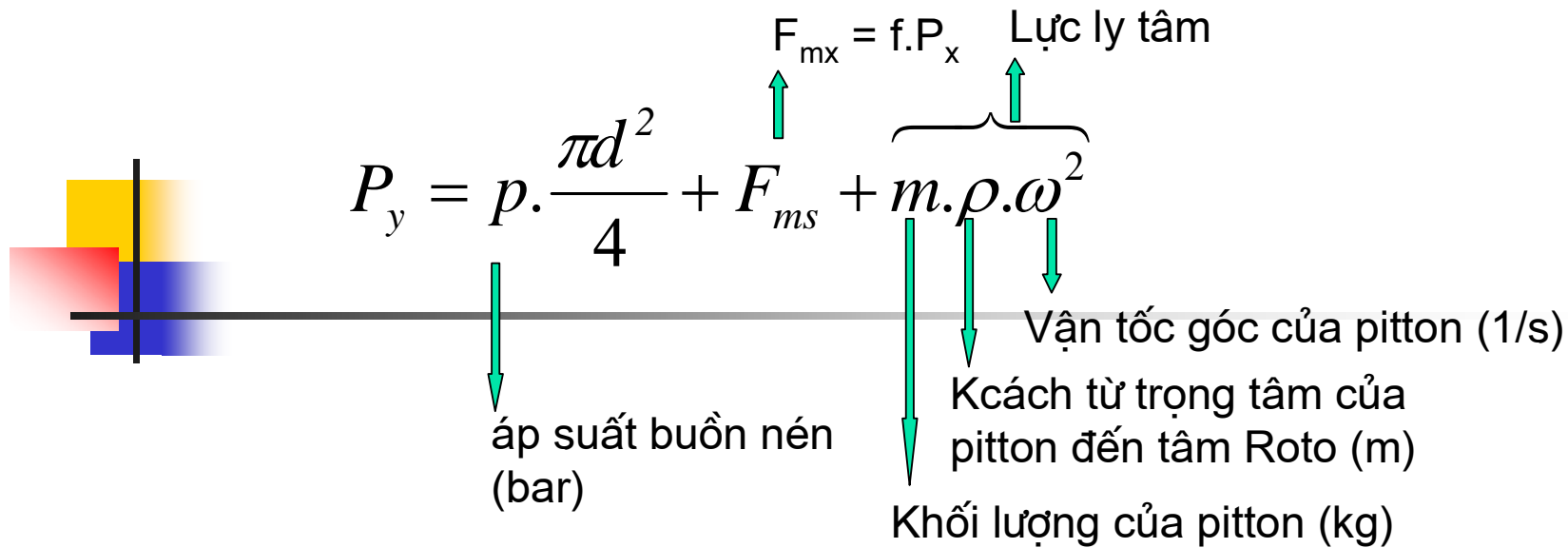
**Lưu lượng:**

Số vòng quay của Rôto (vg/ph)

$$Q = Z \frac{\pi d^2}{4} \cdot \underbrace{2.e.n}_{\text{Hành trình của pitton}} = Z.e.n. \frac{\pi d^2}{2}$$

Số pitton

- Hành trình của pitton thông thường:  $2e = (1,3 - 1,4)d$
- Số vòng quay lớn nhất  $n_{\max} = 1500$  vòng/phút
- Điều chỉnh lưu lượng  $\rightarrow$  điều chỉnh  $e$
- Lực:**
  - Lực  $P_x$  – tạo lực ma sát (giữa pitton và xi lanh)



$$\vec{P} = \vec{P}_x + \vec{P}_y \rightarrow P = \frac{P_y}{\cos \alpha}$$

Xác định được P, ta có thể kiểm nghiệm US bề mặt đầu pitton và vòng trượt theo công thức Hertz

$$\sigma = 0,398 \cdot \sqrt[3]{\frac{PE^2}{R^2}} \quad \left[ \frac{N}{m^2} \right]$$

Để đảm bảo chịu mòn:  $\sigma \leq 3 \cdot 10^9 \quad \left[ \frac{N}{m^2} \right]$

**b) Bơm pittông hướng trục:**

Bơm có pittông đặt // với trục của rôto và được truyền cơ bằng khớp hoặc bằng đĩa nghiêng.

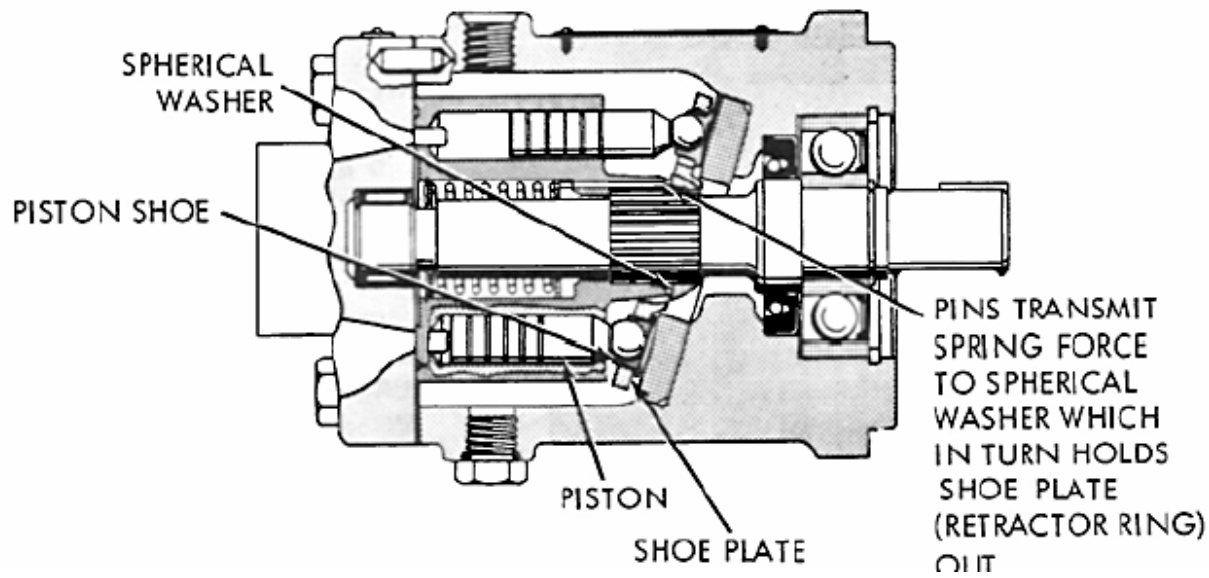
Ngoài ưu điểm như của bơm pittông hướng tâm, còn có kích thước nhỏ gọn hơn, khi cùng một cỡ với bơm hướng tâm.



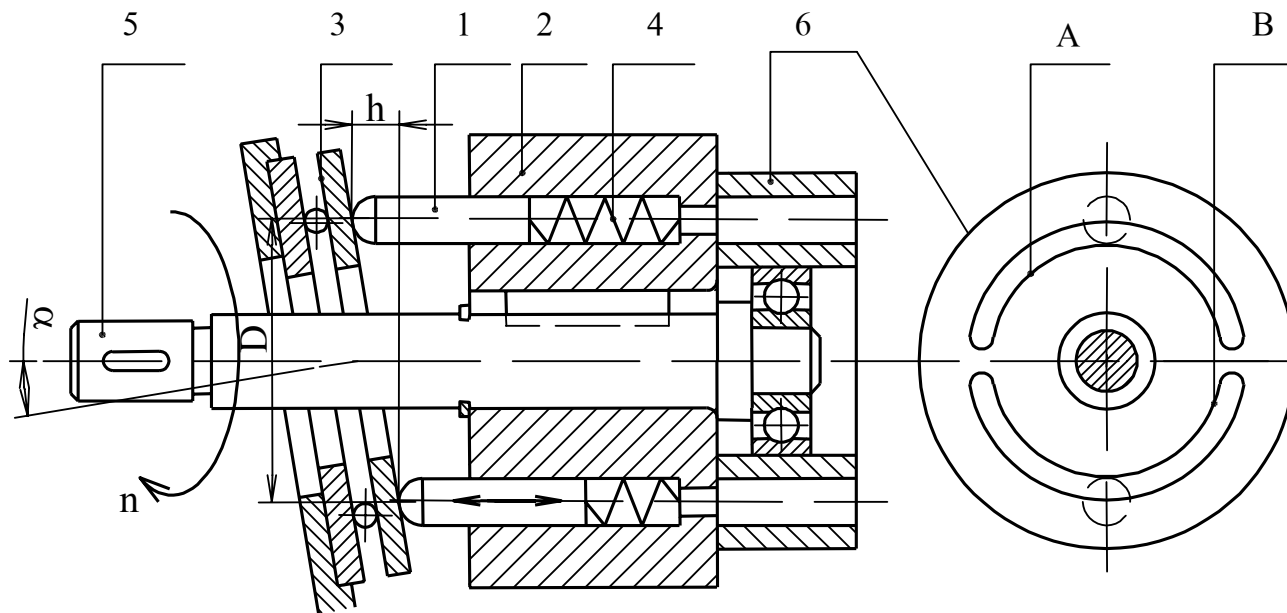
Bơm pittông hướng trục hầu hết là điều chỉnh lưu lượng được.

Trong công nghiệp  $Q_{\min} = 500$  lít/phút.

ở áp suất lớn, lưu lượng nhỏ, bơm chỉ làm việc ở chế độ không liên tục, do khả năng làm nguội kém và chống mòn.



- 1) Pitton
- 2) Rôto
- 3) đĩa nghiêng
- 4) Lò xo
- 5) Trục truyền động
- 6) Vành góp dầu



Pitton luôn tỳ vào đĩa nghiêng 3, → pitton cứ tịnh tiến khi rôto quay → tạo quá trình hút và nén

Lưu lượng:

$$Q = Z \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot h \cdot n$$

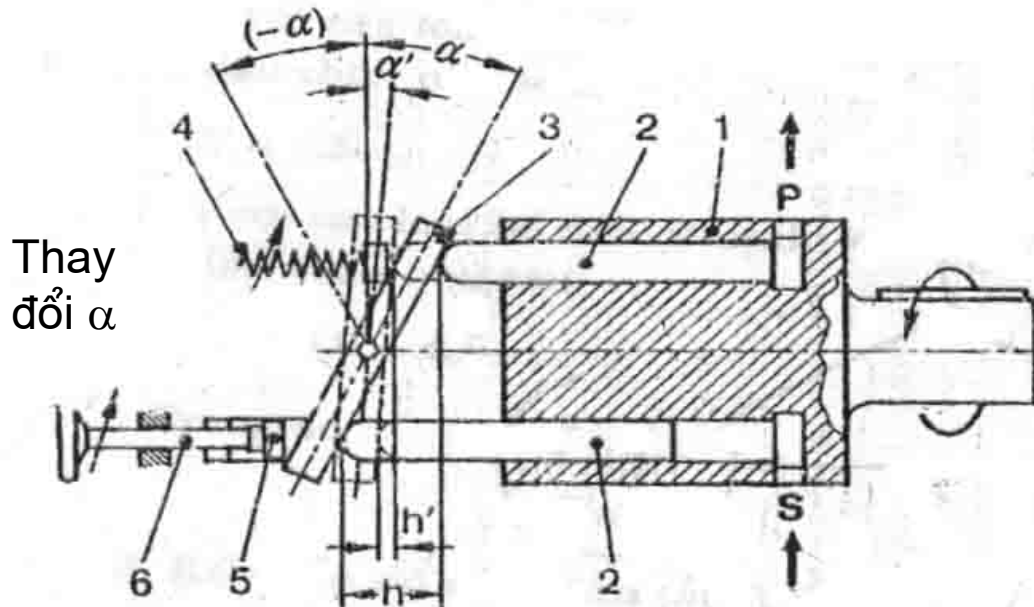
$$h = D \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$\rightarrow Q = Z \cdot n \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot D \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

Như vậy, ta thay đổi  $\alpha \rightarrow$  thay đổi lưu lượng.

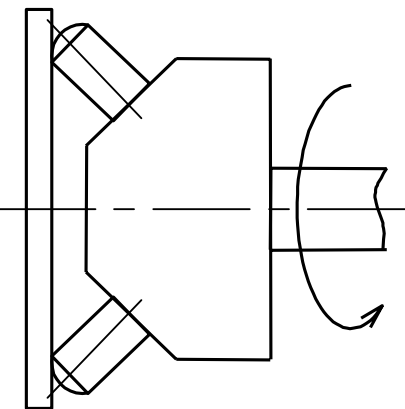
Nhược điểm:  $\alpha$  nhỏ  $\rightarrow Q \downarrow \rightarrow$  pitton không tự xoay quanh trục

Khắc phục: làm pitton xiên trục (vừa hướng kính, vừa hướng trục)

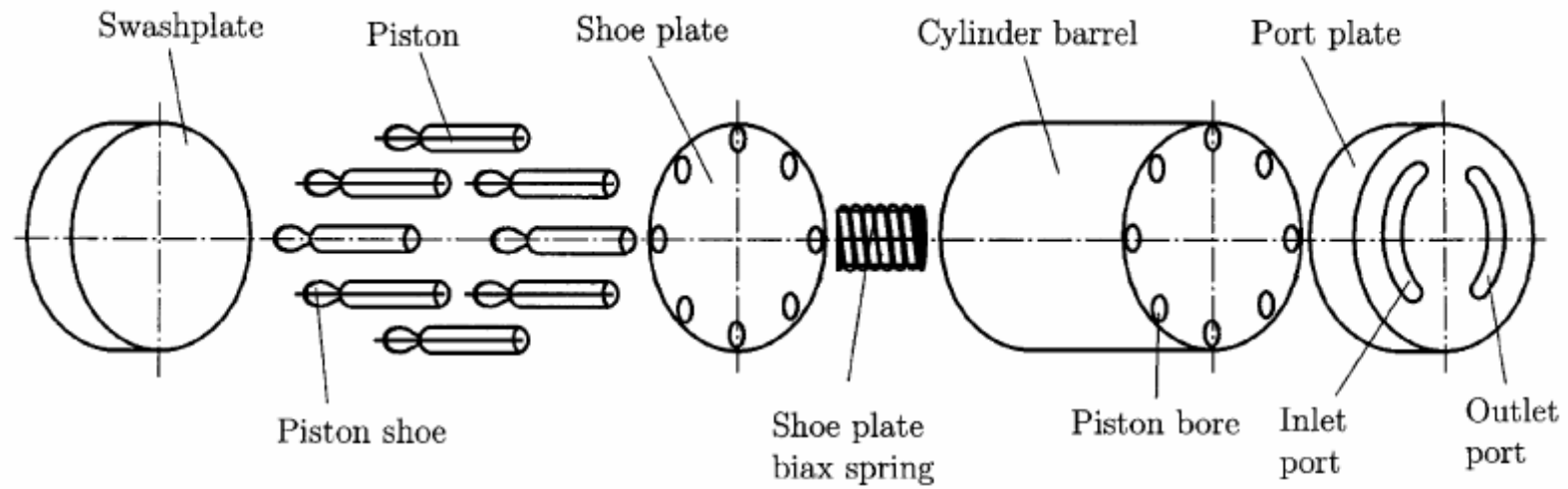
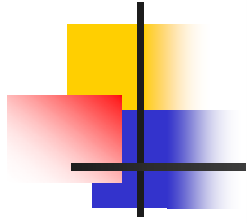


Thay đổi  $\alpha$

- 1) Rôto
- 2) Pitton
- 3) Đĩa nghiêng
- 4) Lò xo
- 5) ,6) tay quay

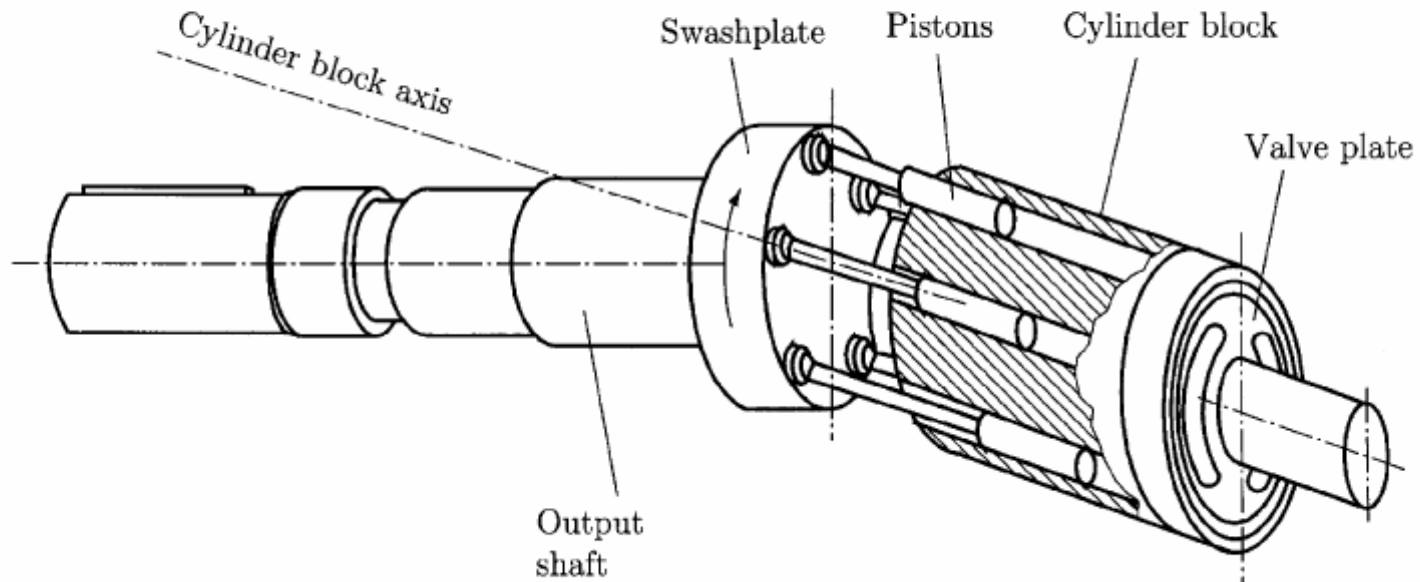




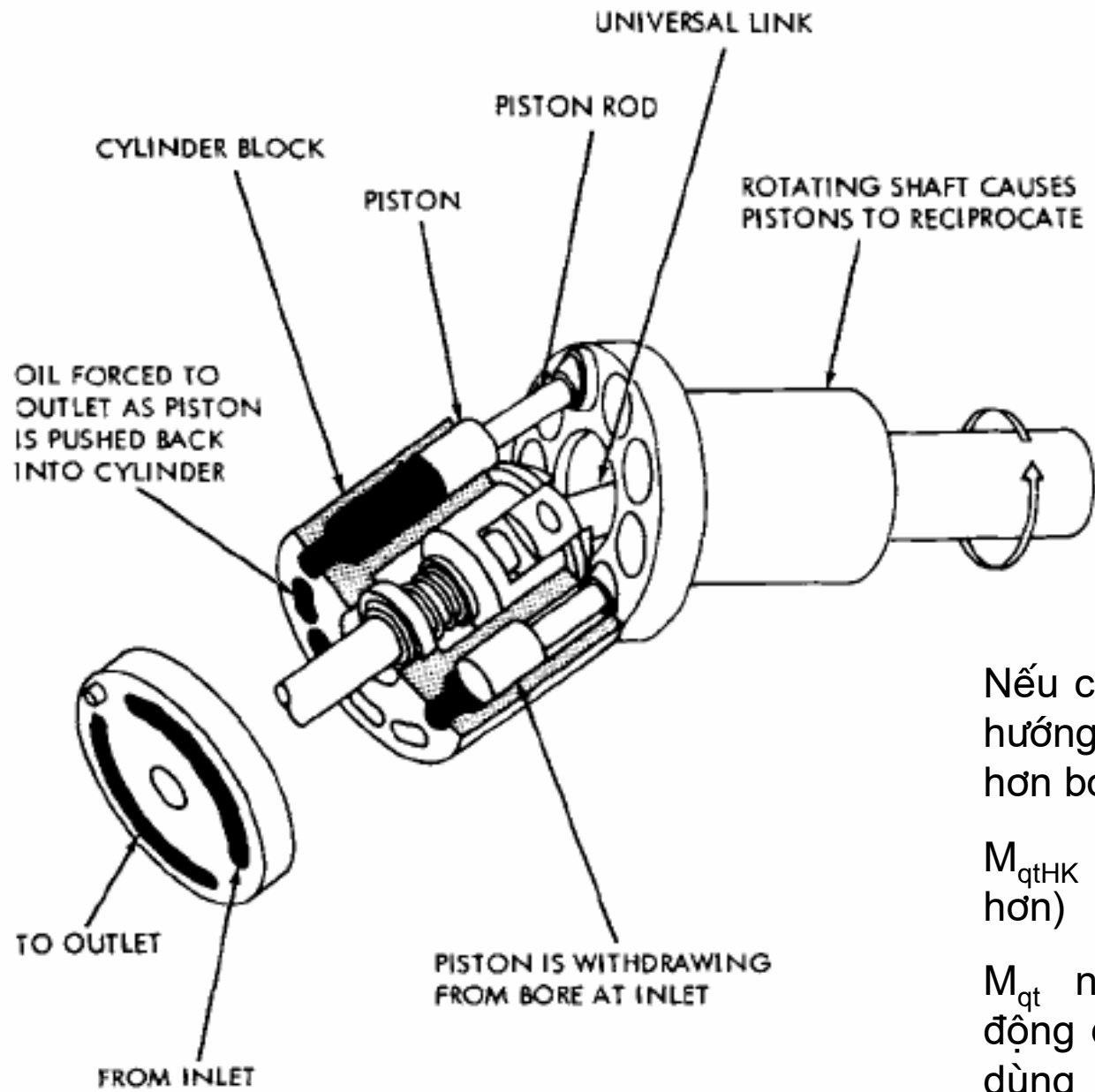


(a)

**Bơm pitton hướng trục có Rôto đặt lệch với trục truyền động**



(b)



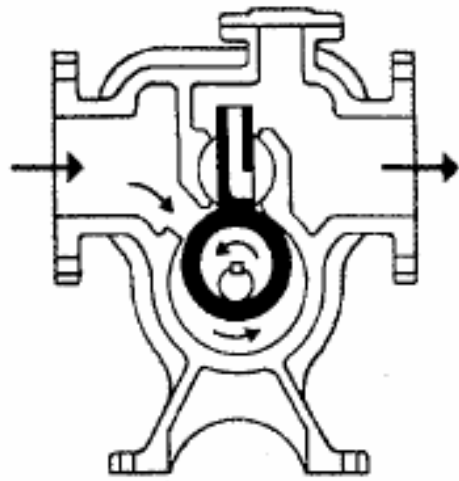
*Universal link keys cylinder block.*

Nếu cùng Q, bơm pitton hướng kính công kênh hơn bơm hướng trục.

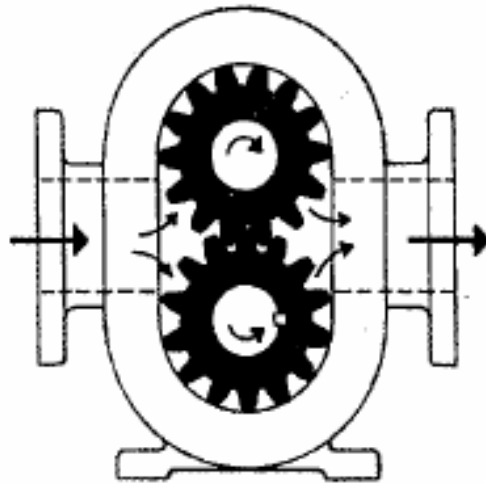
$M_{qtHK} > M_{qtHT}$  (vì xa tâm hơn)

$M_{qt}$  nhỏ hơn  $\rightarrow$  khởi động dễ  $\rightarrow$  ngta thường dùng đơ pitton hướng trục

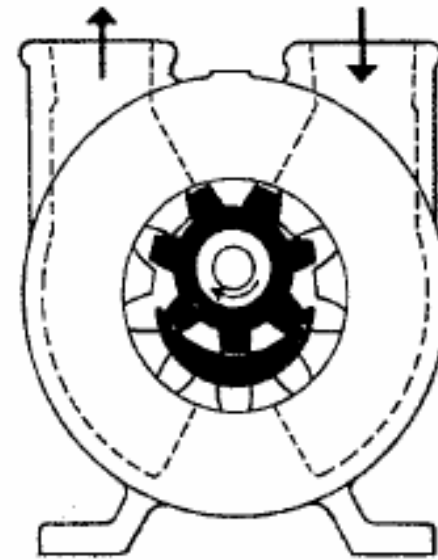
## Các loại bơm dùng trong công nghiệp.



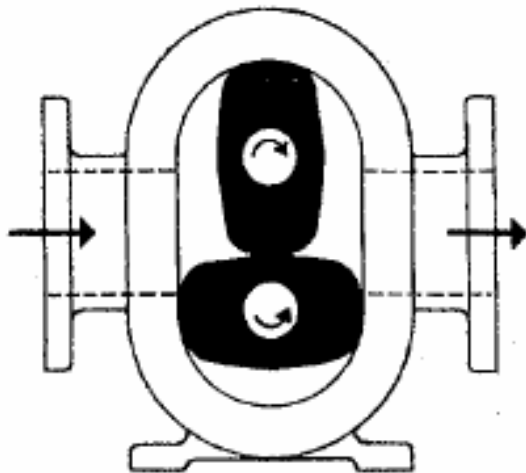
**CAM-AND-PISTON**



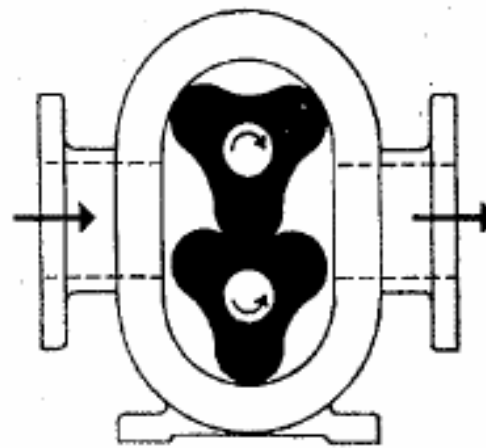
**EXTERNAL-GEAR**



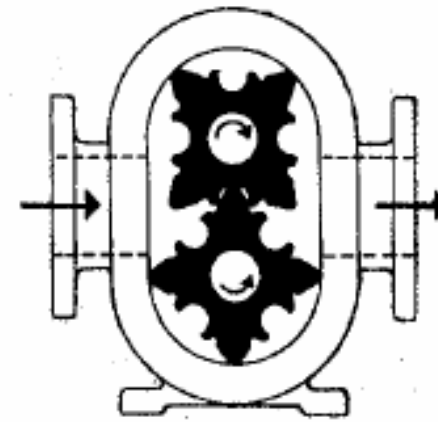
**INTERNAL-GEAR**



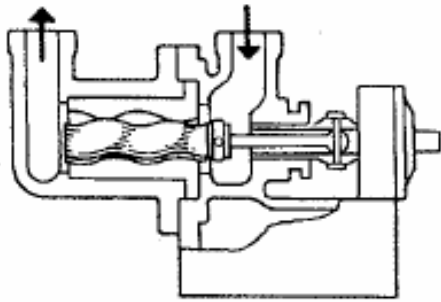
**TWO-LOBE**



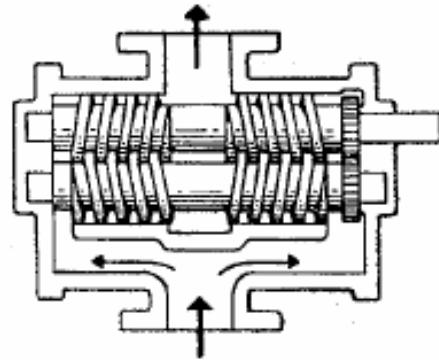
**THREE-LOBE**



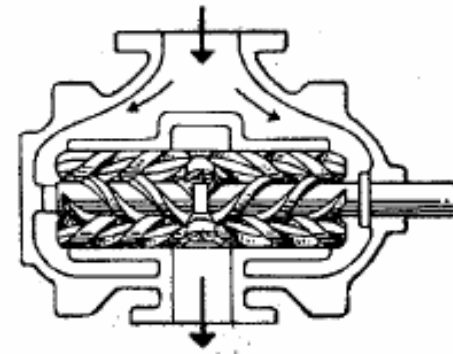
**FOUR-LOBE**



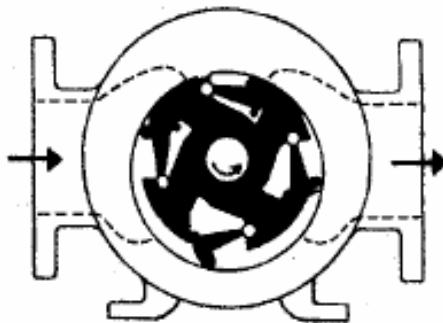
**SINGLE-SCREW**



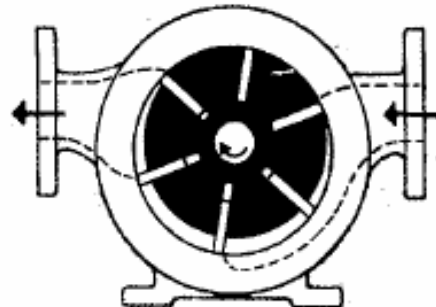
**TWO-SCREW**



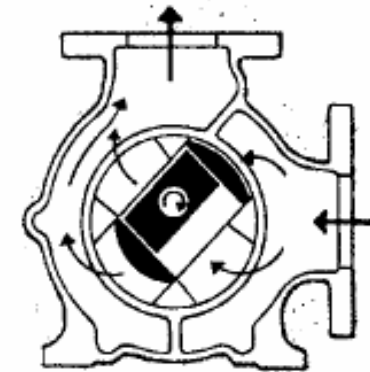
**THREE-SCREW**



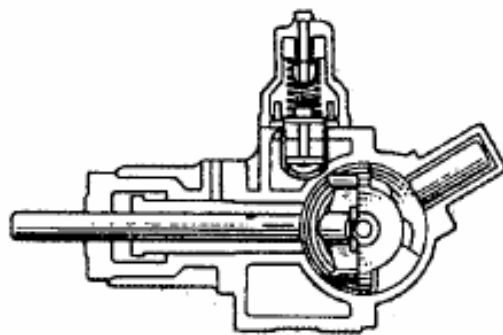
**SWINGING-VANE**



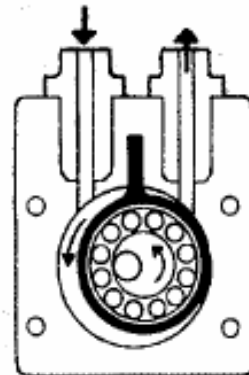
**SLIDING-VANE**



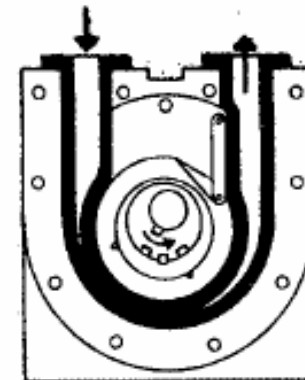
**SHUTTLE-BLOCK**



**UNIVERSAL-JOINT**



**ECCENTRIC IN FLEXIBLE CHAMBER**



**FLEXIBLE-TUBE**

## II) Động cơ

### Nguyên lý:

---

- ĐC dầu là một cơ cấu biến đổi năng lượng, dùng để biến thế năng của dầu thành cơ năng
- Về ngắct kết cấu của động cơ thuỷ lực giống bơm thuỷ lực, → tất cả các loại bơm dầu đều có thể làm động cơ dầu và ngược lại.
- Quá trình biến đổi năng lượng:
  - Dầu có áp suất được đưa vào buồng ctác của ĐC → tác động → truyền lên trục ĐC.
  - Trục ĐC quay →buồng ctác dịch chuyển từ cửa nén → cửa ra
  - Thể tích các buồng ctác cửa ra ↓ →đẩy dầu ra.
- So với ĐC điện, ĐC dầu có kthước, trọng lượng và mômen quán tính nhỏ hơn nhiều. Có thể thực hiện truyền động vô cấp dễ dàng.

- Tùy thuộc kết cấu, ĐC thuỷ lực có thể là ĐC BR, cánh gạt, pitton, có kết cấu tương tự như bơm thuỷ lực nên chỉ xét một vài đặc điểm chủ yếu của ĐC dầu.

**ĐC Brăng** ít được dùng vì hiệu suất quá thấp

$$M_{\text{kđộng}} = 3 M_{\text{đanh nghĩa}}$$

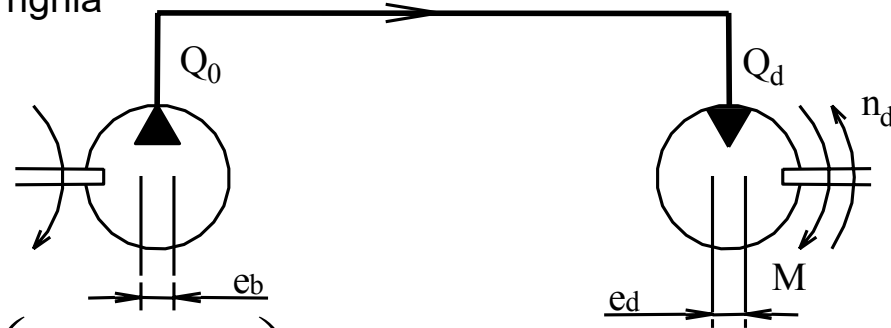
- Động cơ cánh gạt:**

$$Q = n_b \cdot q_b = n_d \cdot q_d$$

$$\rightarrow n_d = n_b \cdot \frac{q_b}{q_d}$$

$$\text{or } \left( = n_b \cdot \frac{e_b}{e_d} \right)$$

(Giả sử bỏ qua dò rỉ)



→ 3 cách điều chỉnh số vòng quay đc:  $n_d$ ,  $e_b$ ,  $e_d$ .

→ Khi dùng  $M_{\text{lớn}} \rightarrow \downarrow \uparrow e_d$

→ Khi  $v_{\text{lớn}} \rightarrow \downarrow \uparrow e_b$

$$N = \frac{p \cdot Q}{60 \cdot 1000} \text{ kW}$$

$$M_x = 975 \cdot \frac{N}{n_d}$$

$$Q = n_d \cdot q_d$$

$$M = 0,0163 \cdot p \cdot q_d$$

$$M = M_1 - M_2$$

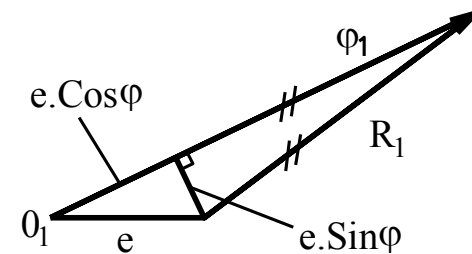
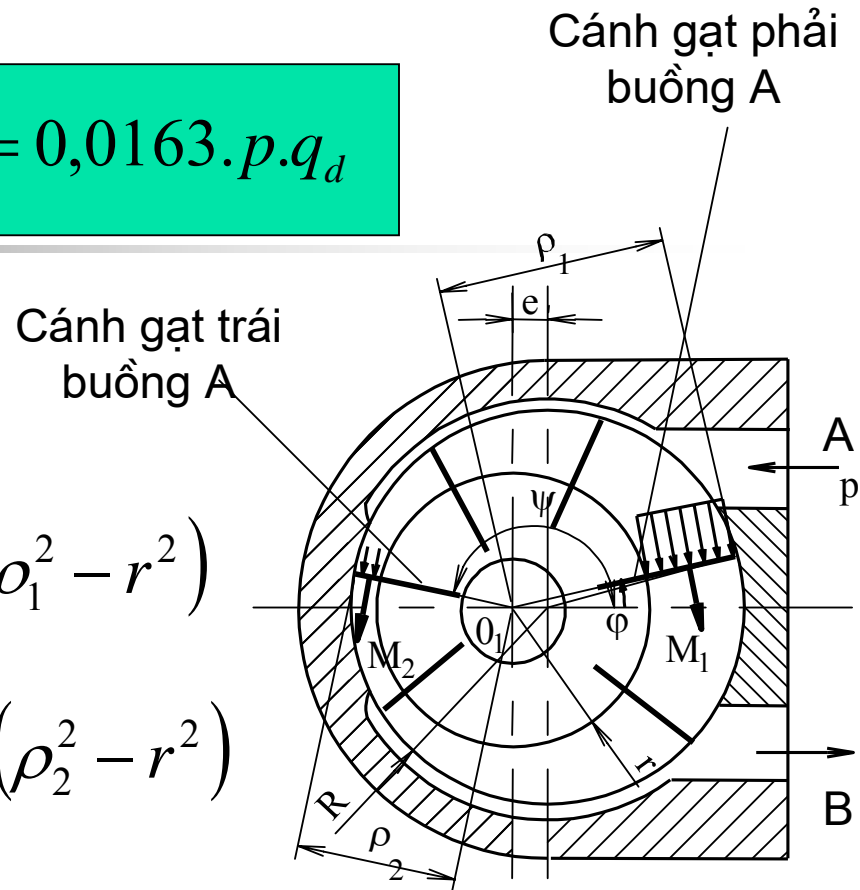
$$M_1 = (\rho_1 - r) \cdot B \cdot \frac{(\rho_1 + r)}{2} \cdot p = \frac{pB}{2} \cdot (\rho_1^2 - r^2)$$

$$M_2 = (\rho_2 - r) \cdot B \cdot \frac{(\rho_2 + r)}{2} \cdot p = \frac{pB}{2} \cdot (\rho_2^2 - r^2)$$

$$\rightarrow M = \frac{pB}{2} \cdot (\rho_1^2 - \rho_2^2)$$

Do  $e$  nhỏ  $\rightarrow \rho_1 \approx R + e \cdot \cos \varphi$

Tương tự:  $\rho_2 \approx R + e \cdot \cos \psi$



Thay vào, bỏ qua các thừa số nhỏ:

$$\mathbf{M} = \mathbf{p.B.R.e} (\mathbf{cos} \varphi - \mathbf{cos} \psi) \text{ (Mômen xoắn không đều)}$$

$M_{\max}$  khi  $\varphi = 0, \psi = \pi \rightarrow$  số **cánh chẵn**

$$\rightarrow \mathbf{M}_{\max} = 2.p.B.R.e = 0,0163 p.q_d$$

$\rightarrow$ Thực nghiệm cho thấy độ không đều mômen với ĐC có số cánh gạt lẻ  $\ll$  ĐC có số cánh gạt chẵn  $\rightarrow$  Không nên làm ĐC có số cánh chẵn

$\rightarrow$ TH cần khởi động tải trọng lớn,  $e_d \uparrow \rightarrow M_x \uparrow \rightarrow n_d \downarrow$  (nên điều chỉnh  $\sigma$  ĐC  $e_d \uparrow \rightarrow M_{x_d} \uparrow$ )





## Động cơ pitton:

### ĐC pitton hướng kính:

Tại điểm tiếp xúc giữa pitton và vành tâm  $O$ , xuất hiện lực pháp tuyến  $P$  (qua tâm  $O$ ).

$$\vec{P} = \vec{P}_x + \vec{P}_y \quad M = P_x \cdot \rho$$

$$P_x = P_y \cdot \operatorname{tg} \gamma \quad P_y = p \cdot \frac{\pi d^2}{4} = pF$$

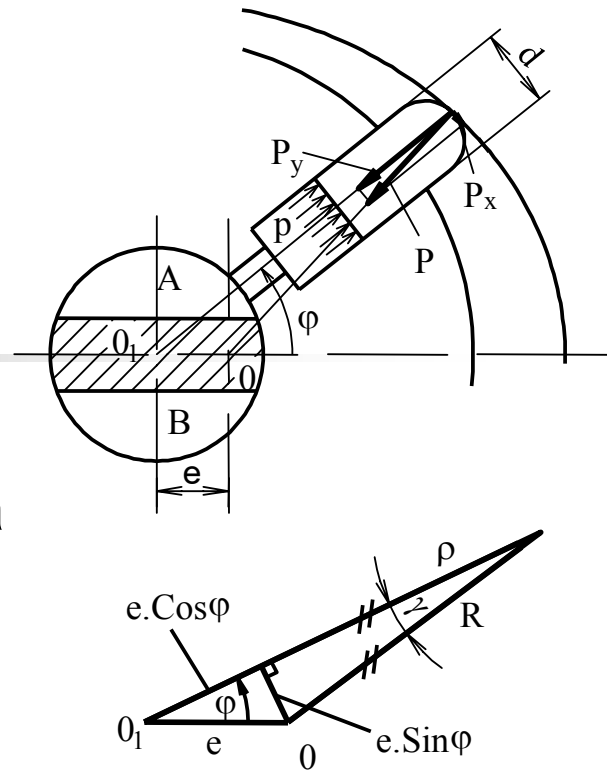
Tính  $\gamma = ?$

$$\frac{e}{\sin \gamma} = \frac{R}{\sin \varphi} \rightarrow \sin \gamma = \frac{e}{R} \sin \varphi$$

$$\text{Hay } \gamma = \arcsin\left(\frac{e}{R} \sin \varphi\right)$$

Vì  $e$  nhỏ nên

$$\gamma \approx \frac{e}{R} \sin \varphi \rightarrow \operatorname{tg} \gamma \approx \frac{e}{R} \sin \varphi$$



$$\rho \approx R + e \cos \varphi$$

Thay vào  $M \rightarrow$  mômen xoắn tức thời do một pitton tạo nên:

$$M_1 = p.F \cdot \frac{e}{R} \sin \varphi (R + e \cos \varphi) \approx p.F.e \sin \varphi \quad (\text{Do } e^2 \text{ bé})$$

Mômen xoắn tổng cộng:

$$M = p.F.e \sum_{i=1}^n \sin \left[ \varphi - (i-1) \cdot \frac{2\pi}{Z} \right]$$

**n – số pitton tạo áp suất p** (phía dầu đưa vào) (TH trên  $n = Z/2$ )

- $\rightarrow$   $M_x$  thay đổi chu kỳ theo sự thay đổi vị trí các pitton trong buồng nén ( $M_x$  không đều).
- $\rightarrow$  Vì mômen quán tính lớn, nên động cơ pittông dùng cho TH Mômen xoắn lớn!

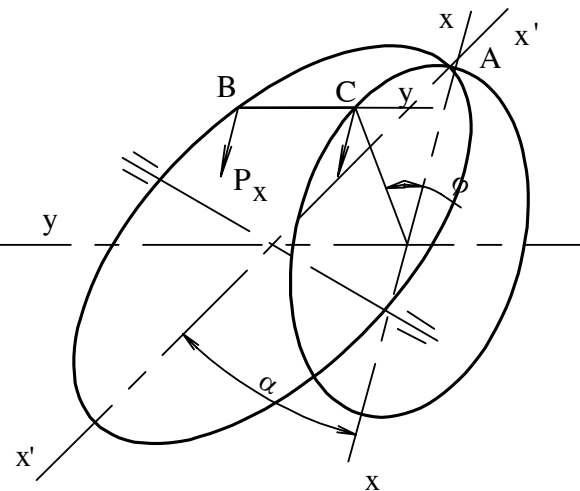
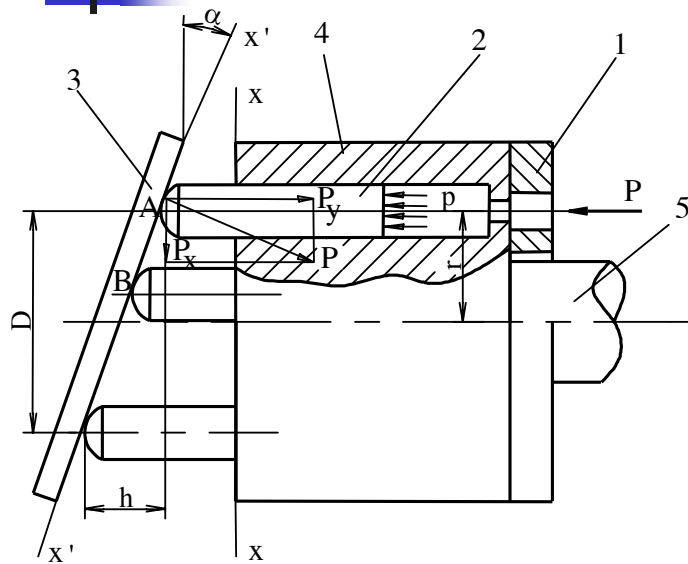
## Động cơ pitton:

b)

### ĐC pitton hướng trục:

■ Kiểu khối pitton quay

■ Kiểu khối pitton cố định



1. Đĩa dẫn dầu
2. Pitton
3. Đĩa nghiêng
4. Rôto
5. Trục truyền động

$$\vec{P} = \vec{P}_x + \vec{P}_y; P_x = P_y \cdot \operatorname{tg} \gamma; P_y = p \cdot \frac{\pi d^2}{4} = pF$$

$M_1 = P_x \cdot \rho$  Mômen xoắn do 1 pitông;  $\rho = r \cdot \sin \varphi$  - cánh tay đòn lực  $P_x$

$$M = p \cdot F \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot r \sum_{i=1}^n \sin \left[ \varphi + (i-1) \cdot \frac{2\pi}{Z} \right] \quad \varphi - \text{góc quay của Rôto}$$

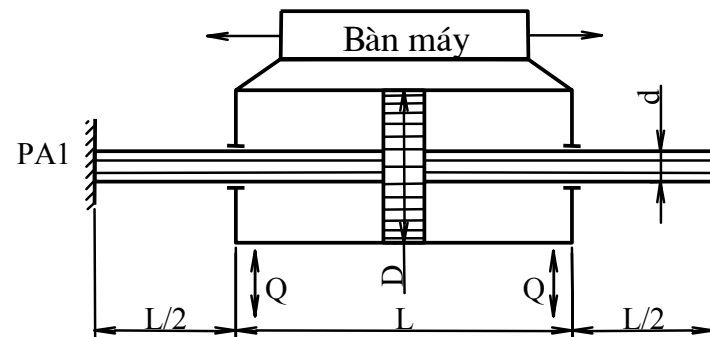
### III) Xi lanh lực: (pitton – xi lanh)

Xi lanh thủy lực là cơ cấu chấp hành của truyền dẫn thủy lực để thực hiện chuyển động thẳng (biến thể năng dầu → cơ năng).

- Xi lanh truyền lực có thể phân làm 3 loại chính (thường dùng):
  - Xi lanh truyền lực đơn giản
  - Xi lanh truyền lực vi sai
  - Xi lanh truyền lực cánh gạt.
- a) **Xi lanh truyền lực đơn giản:** (ta xét 2 PA)

**Cần bàn máy di chuyển 1 khoảng L:**

- PA 1: bàn máy cố định trên xi lanh, pitton cố định → pitton chỉ có chiều dài =  $2L$ .

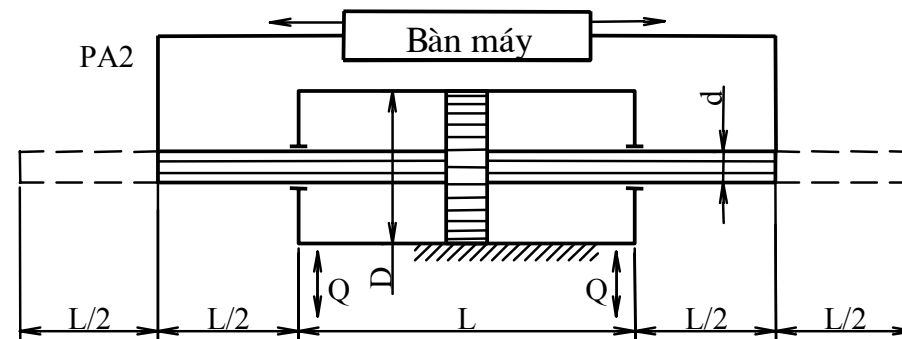


- PA 2: bàn máy cố định trên piton, xi lanh cố định → piton có chiều dài = 2L. Để thực hiện được hành trình L, piton phải di chuyển về 2 phía với KC = L/2 → kích thước công kênh

Ví dụ:

- Máy mài dùng PA 1
- Cần cầu dùng PA 2
- $V_1, V_2$  – Vận tốc theo HT thuận và ngược

$$\rightarrow V_1 = V_2 = \frac{Q}{F}; \quad F = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2)$$

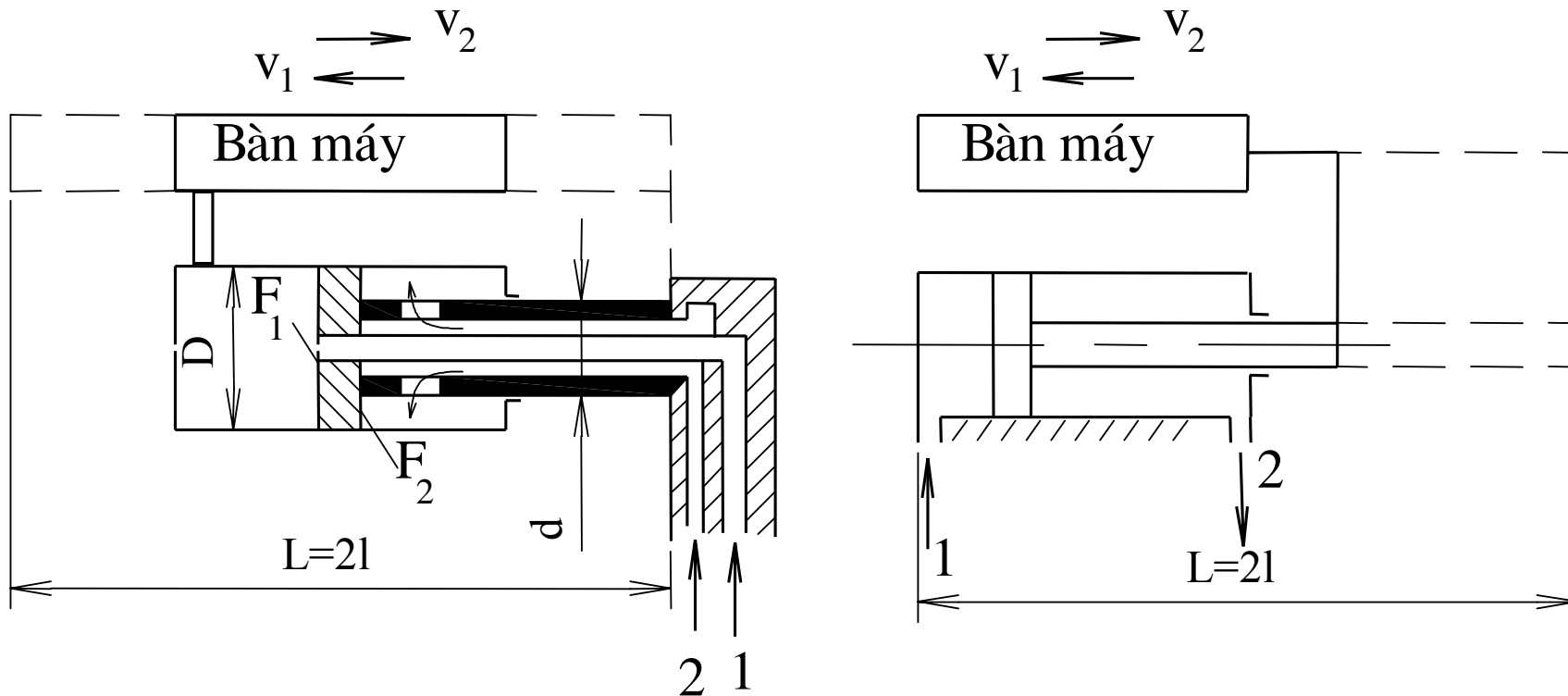


**b) Xi lanh truyền lực vi sai:**

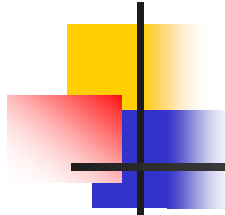
Cần vận tốc hành trình thuận và nghịch khác nhau (đi chậm, về nhanh).

■ → Cần diện tích làm việc của pitton ở 2 buồng xi lanh khác nhau,  $F_1 > F_2$ . → HT làm việc:  $V_{nhỏ}$ ,  $P_{lớn}$ ; HT chạ không  $V_{lớn}$ ,  $P_{nhỏ}$ .

Cũng có 2 PA như hình vẽ.



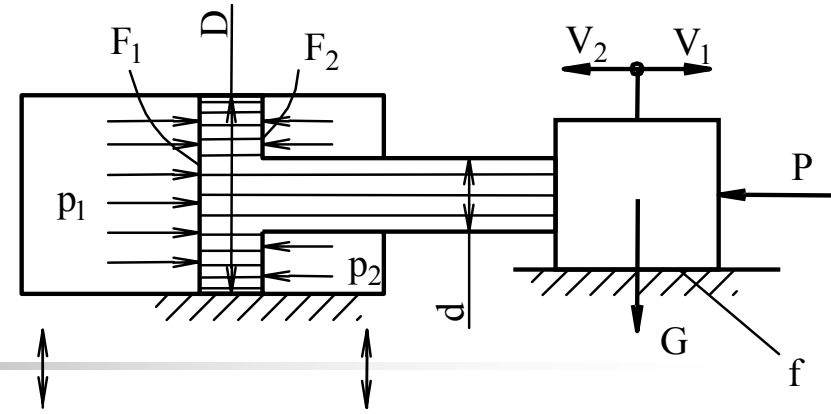
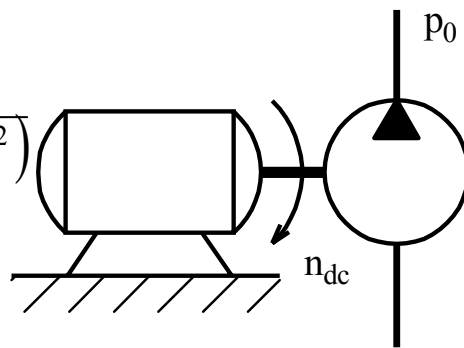
■ Ví dụ: PA xi lanh CĐ:



$$V_1 = \frac{Q}{F_1} = \frac{Q}{\frac{\pi D^2}{4}} = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$V_2 = \frac{Q}{F_2} = \frac{Q}{\frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}} = \frac{4Q}{\pi(D^2 - d^2)}$$

Thấy ngay  $V_2 > V_1$



$\Sigma\Delta p$

Tổn hao áp trên đường vào

Thường nhỏ

■ Tính công suất ĐC điện:

PTCB lực:  $p_1 F_1 = P + p_2 F_2 + \Sigma F_{ms} \rightarrow p_1 = \frac{P + p_2 F_2 + \Sigma F_{ms}}{F_1}$

$$\rightarrow N_{dc} = \frac{p_0 \cdot V_1}{612 \eta_b}$$

$$\rightarrow p_0 = p_1 + \Sigma\Delta p$$



■ Khi cần nhiều tốc độ khác nhau hoặc nâng cao hành trình, dùng xi lanh lực nhiều bậc. Ví dụ 3 tốc độ: nhanh, TB, chậm.

• Nếu cho dầu vào 1

$$V_1 = \frac{4Q}{\pi d_0^2}$$

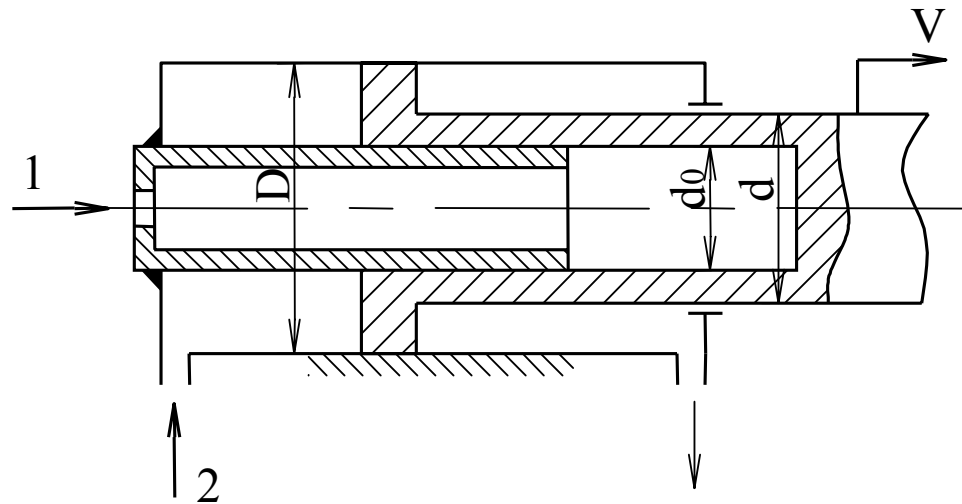
• Nếu cho dầu vào 2

$$V_2 = \frac{4Q}{\pi(D^2 - d_0^2)}$$

• Nếu cho dầu vào 1+2

$$V_3 = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

→ Vận tốc  $V_1 > V_2 > V_3$



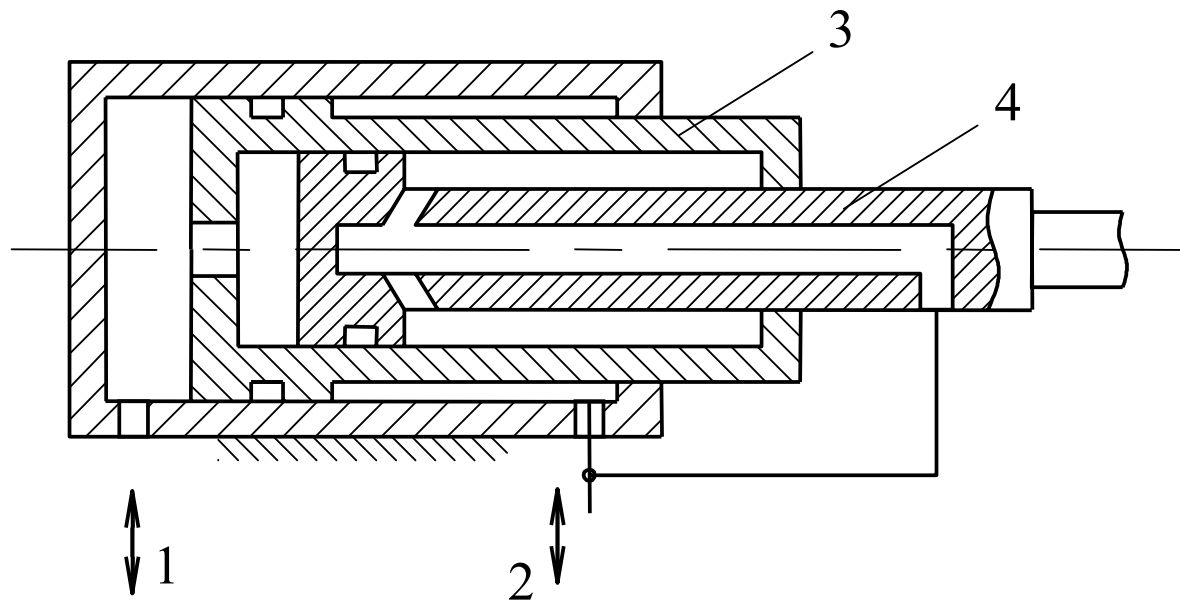
■ Để nâng cao hành trình, ta dùng xi lanh nhiều bậc như Hvē.

• Dầu vào cửa 1 → đẩy pitton 3 và 4 sang phải đến giới hạn HT.

• Nếu HT của một xi lanh là  $l$  → KT nhỏ nhất của cơ cấu:

$$L_{\min} = (z + 1) \cdot l$$

$z$  – số xi lanh di động (2 - 6) và  $l_{\max} = 1500$  mm



c)

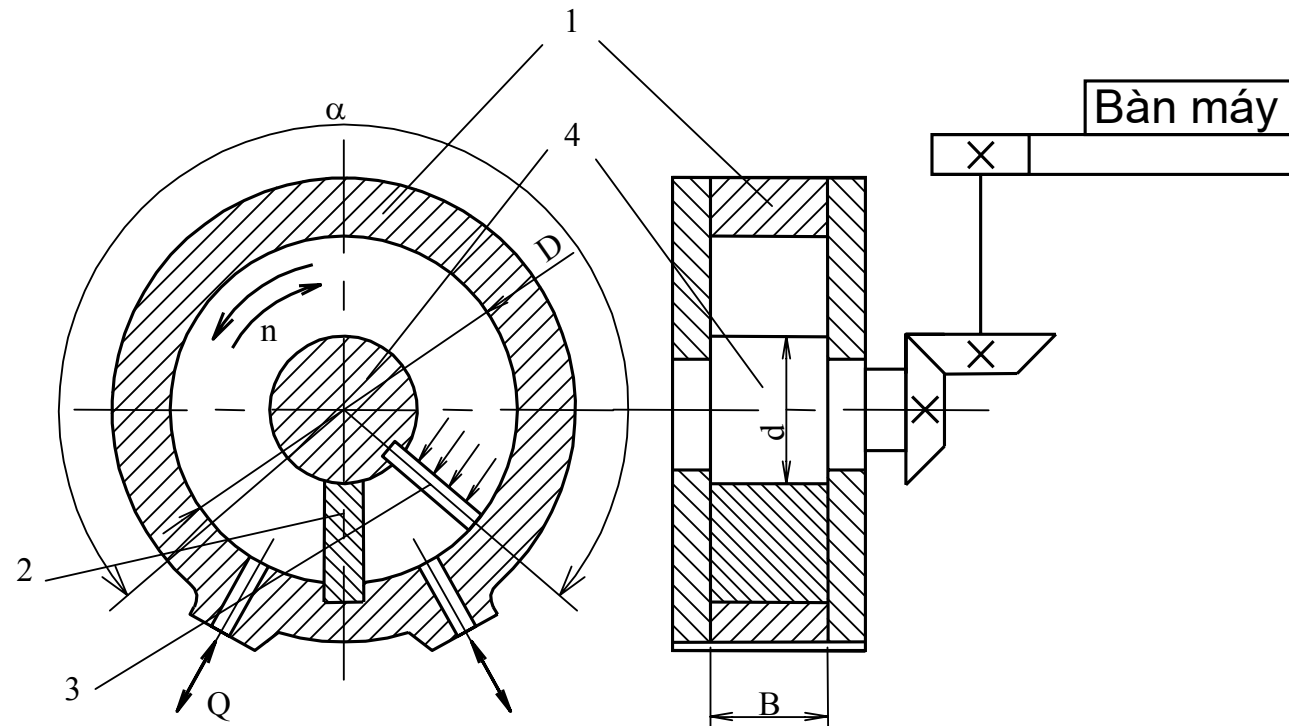
## Xi lanh truyền lực cánh gạt:

Là loại ĐC dầu thực hiện cơ vòng đi về không liên tục.

Cơ cấu cơ tương đối với xi lanh là cánh gạt lắp trên trục.

- 1) Xi lanh
- 2) Tấm chắn (lắp cố trên xi lanh 1)
- 3) Cánh gạt
- 4) Trục quay (có thể quay qua lại  $\alpha = 280 - 300^\circ$ )

Trục 4 có thể lắp thêm 1 số cơ cấu đến cơ cấu chấp hành  $\rightarrow$  CCCH có thể CĐ thẳng hoặc quay không liên tục.

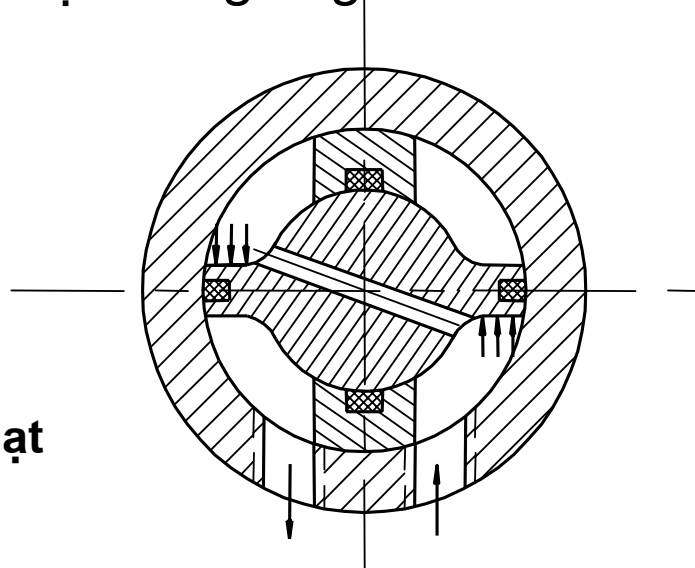
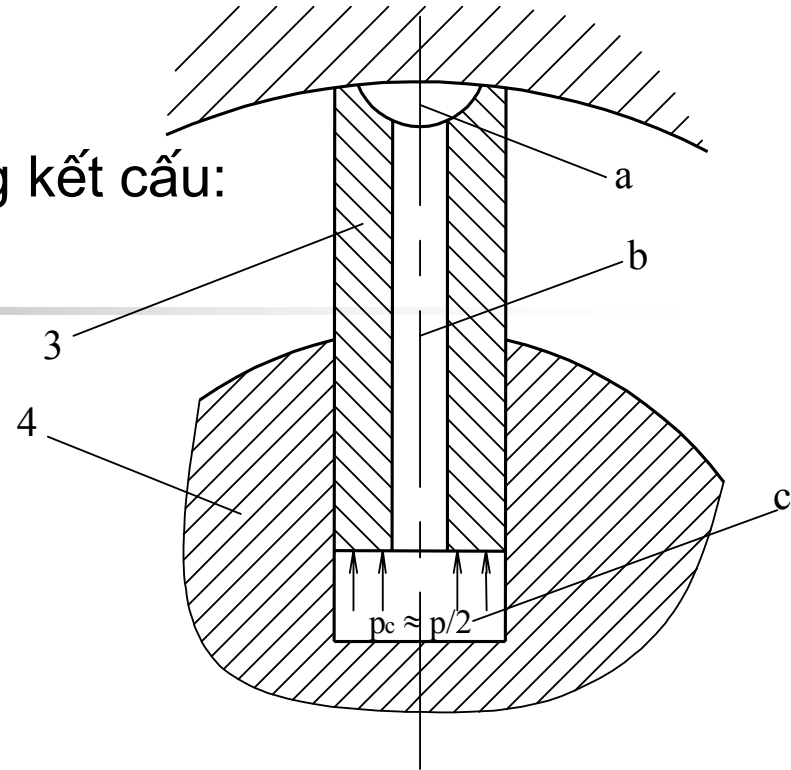


$$M = \left( \frac{D}{2} - \frac{d}{2} \right) \cdot B \cdot p \cdot \left[ \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{D}{2} - \frac{d}{2} \right) + \frac{d}{2} \right] = \frac{B \cdot p}{8} (D^2 - d^2)$$

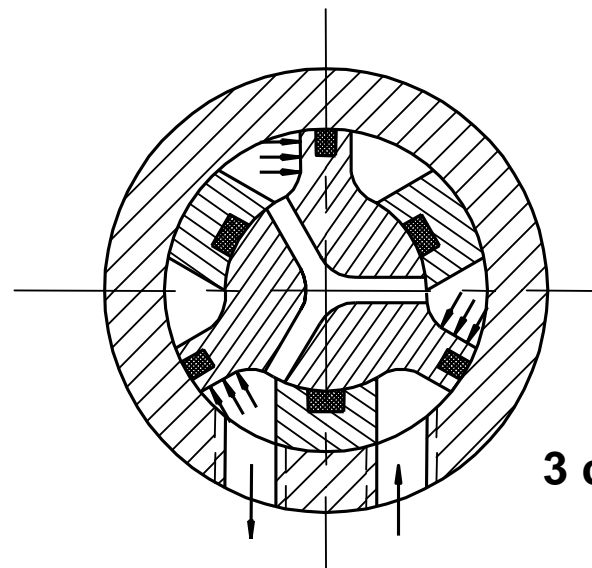
Để tăng độ kín khít, có thể dùng kết cấu:

Để tăng mômen xoắn của xi lanh truyền lực, ngta dùng nhiều cánh gạt (như hvẽ)

Có Z cánh gạt --. Mômen tăng Z lần, vận tốc góc giảm Z lần.



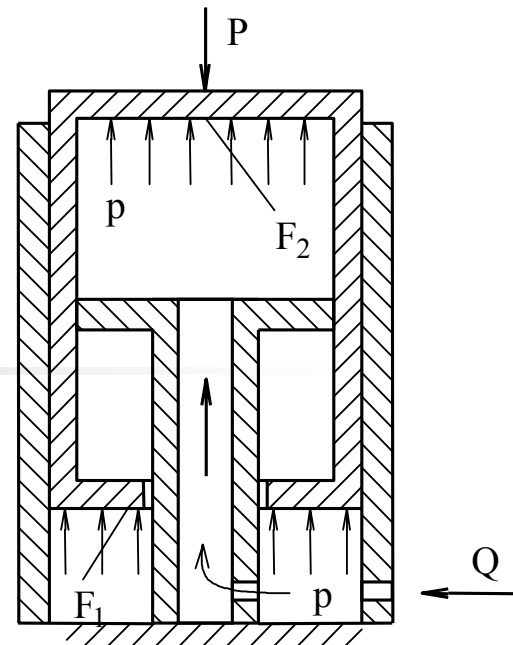
2 cánh gạt



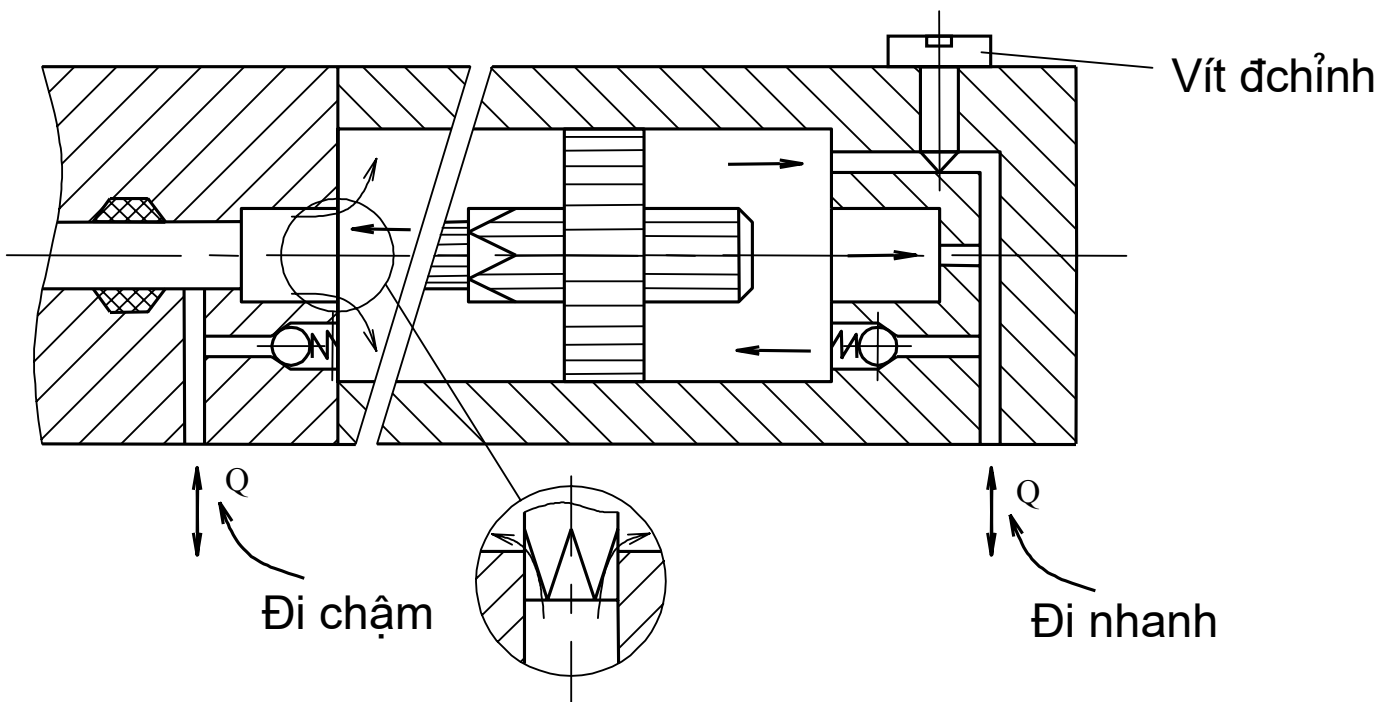
3 cánh gạt

d) Pitton tăng lực:

$$P = p \cdot (F_1 + F_2)$$



e) Cơ cấu giảm chấn cuối hành trình





# CHƯƠNG III

## CƠ CẤU ĐIỀU KHIỂN, ĐIỀU CHỈNH

---

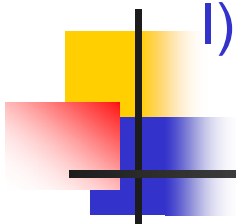
### I) Cơ cấu chỉnh áp

- 1) Van an toàn, van tràn
- 2) Van giảm áp
- 3) ...

### II) Cơ cấu chỉnh hướng

- 1) Van một chiều
- 2) Van đảo chiều

- Điều khiển: mang tính định tính: Trái – phải
- Điều chỉnh: mang tính định lượng: nhanh – chậm (chỉnh p, chỉnh Q, chỉnh hướng dòng dầu)



I)

## Cơ cấu chỉnh áp

1)

### Van an toàn, van tràn

---

- Van an toàn để phòng quá tải trong HTTL.
- Khi van an toàn giữ áp suất trong HT không đổi → van tràn.
- Sự khác nhau ở chỗ van tràn tự động điều chỉnh để giữ áp suất không đổi, còn van an toàn chỉ mở để dẫn dầu ra khỏi HT khi quá tải.
- Van tràn làm việc thường xuyên hơn → chú ý đến tính chống mòn và độ kín khít.
- Kết cấu giống nhau, nên có thể thay thế nhau được.
- Ký hiệu của van an toàn và van tràn được trình bày như hình vẽ:

- Khi  $p > [p_0]$  → dầu (Q) qua van tràn về bể (an toàn).

Giả sử cần  $Q = 40\text{l/ph}$ , áp suất  $p$

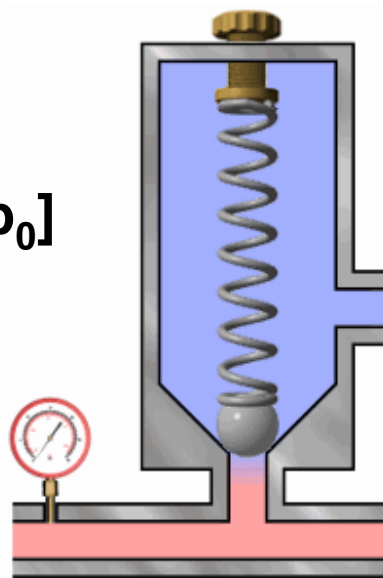
Bơm có  $Q = 60\text{l/ph}$ , áp  $p$

- Nguồn  $p, Q$  luôn lớn hơn  $p, Q$  sử dụng → cho dầu chảy về bể (an toàn).

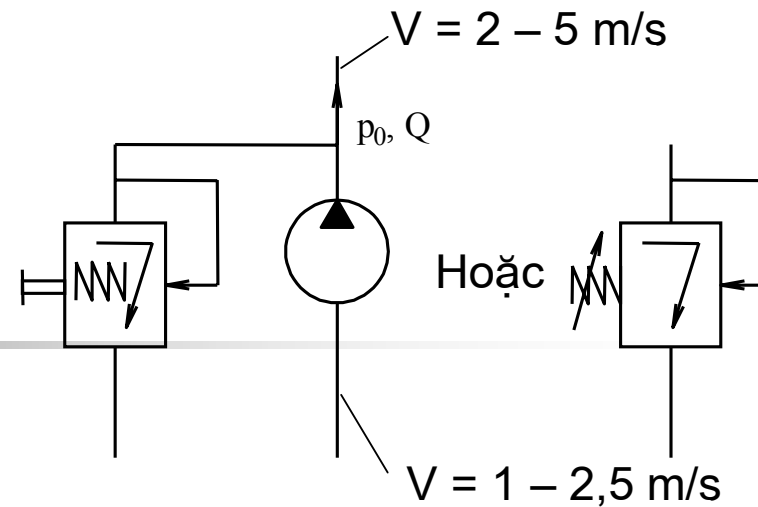
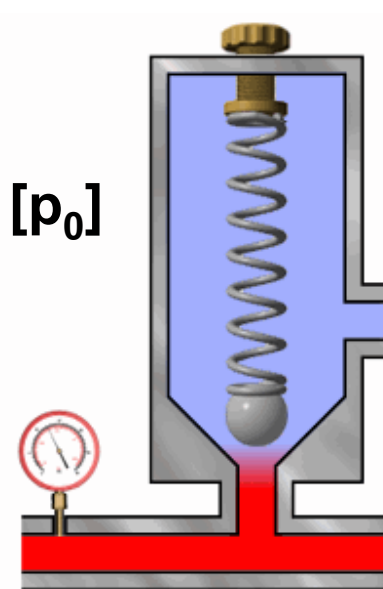
- Van an toàn cần kín khít, kết cấu chính xác hơn.

a) **Van an toàn bi**

$p < [p_0]$



$p > [p_0]$





Điều kiện bình thường,  $P_{lx}$  cân bằng với áp lực dầu:

$$P_{lx} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot p_0$$

Ta biết:  $Q = \frac{\pi d^2}{4} \cdot V_{dau}$

$V_{dau}$  tự chọn từ 2 – 5 m/s

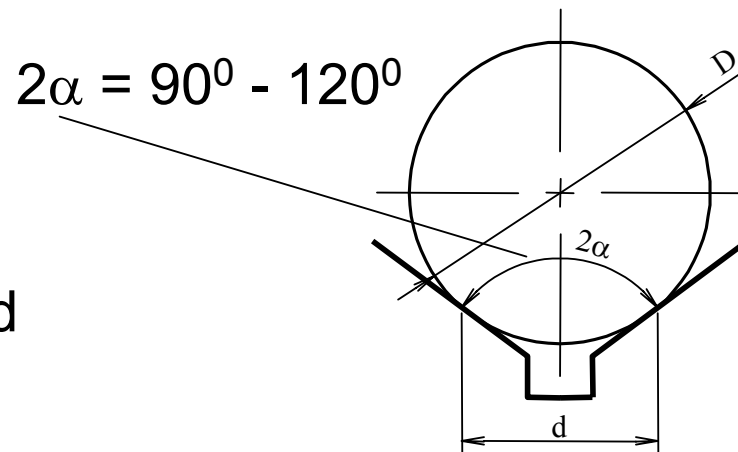
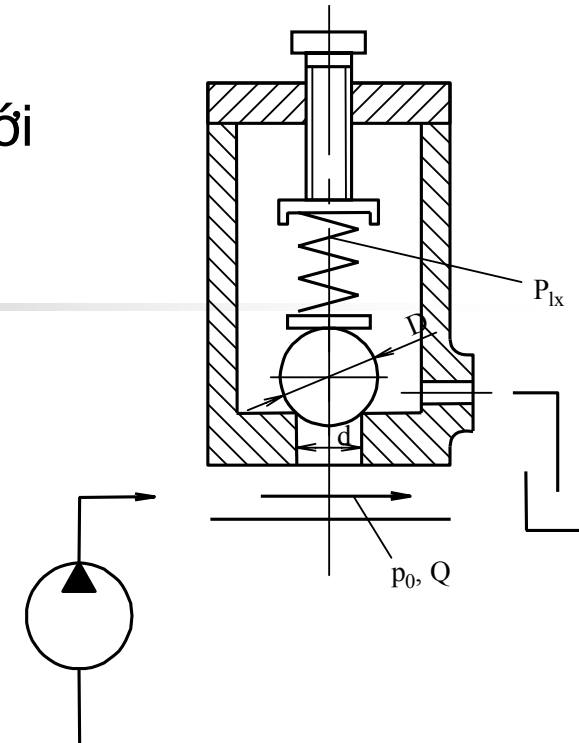
$$\rightarrow d = 2 \cdot \sqrt{\frac{Q}{\pi \cdot V_{dau}}}$$

Tính đường kính bi?

Để bi được định vị tốt:  $D \approx 1,3 d$

Ưu điểm: dễ chế tạo

Nhược điểm: ổn, không làm việc ở áp cao được



b)

## Van an toàn pitton

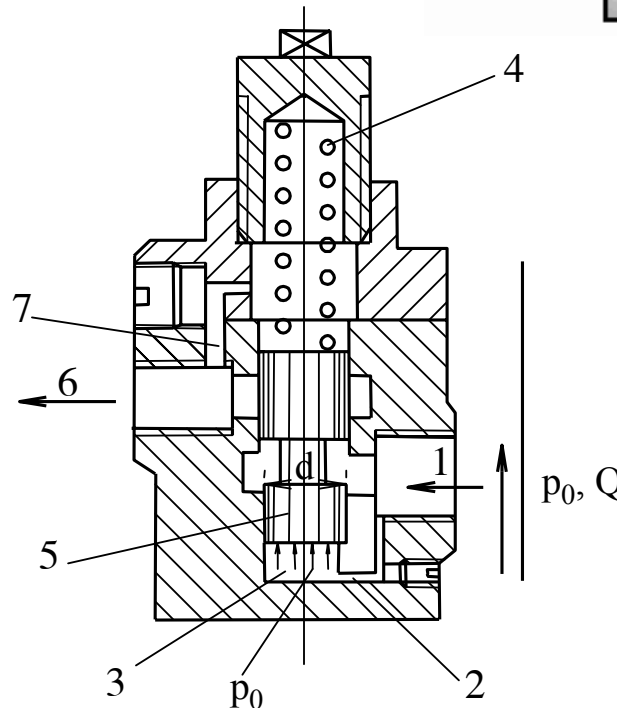
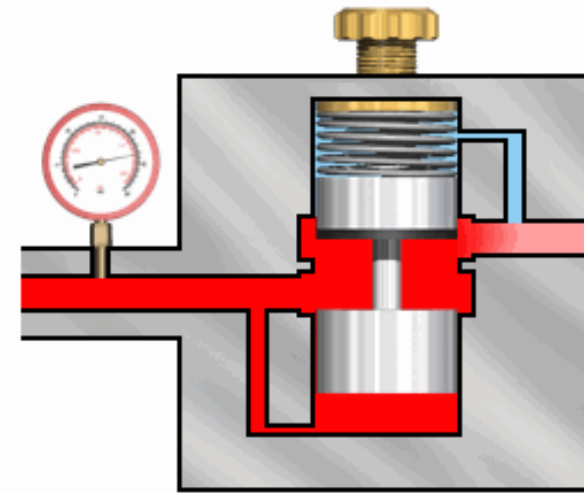
Khắc phục nhược điểm của van an toàn bi, ta dùng van an toàn pitton.

Hết quá tải  $\rightarrow P_{lò xo} \rightarrow$   
pitton đi xuống  $\rightarrow$  dầu  
qua lỗ nhỏ, từ từ  $\rightarrow$  êm  
Nhược điểm: khi  $p$  cao  
và  $Q$  lớn  $\rightarrow$  lò xo 4 lớn  
 $\rightarrow$  tăng KT chung van

$$P_{lx} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot p_0$$

$\rightarrow$  áp suất cần điều chỉnh:

$$p_0 = \frac{4P_{lx}}{\pi d^2} \rightarrow \text{chỉ phụ thuộc vào } P_{lx}$$

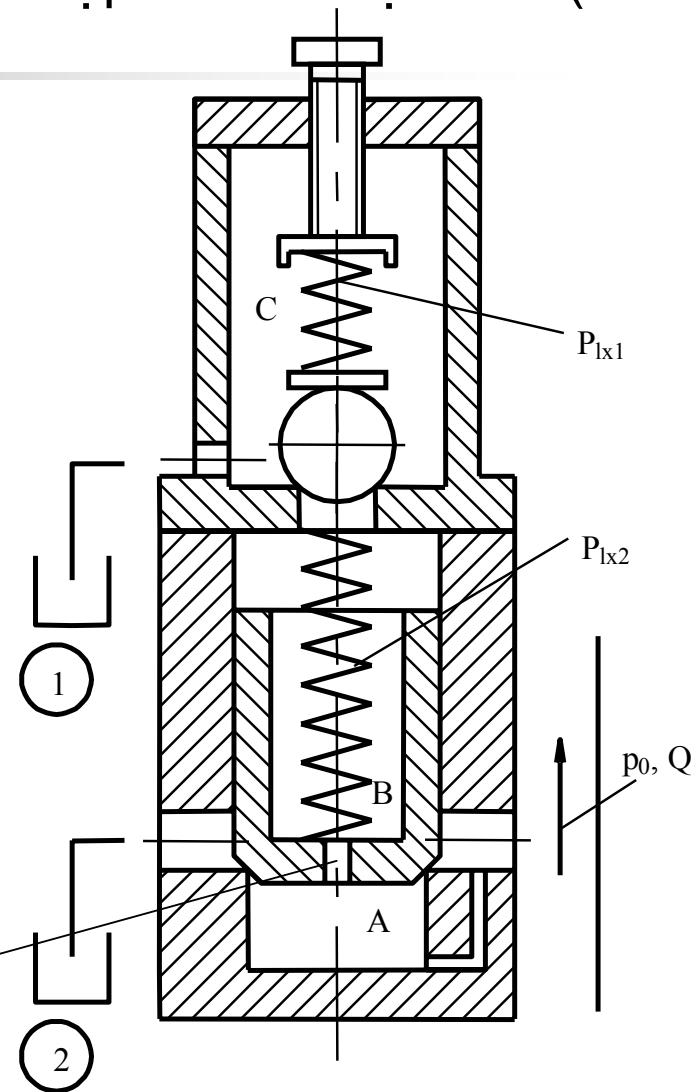


1. Cửa vào
2. Lỗ giảm chấn  $\varnothing 0,8 - 1\text{mm}$
3. Buồng dầu
4. Lò xo
5. Pitton
6. Cửa ra
7. Lỗ tháo dầu dò buồng trên

### c) Van an toàn bi - pitton

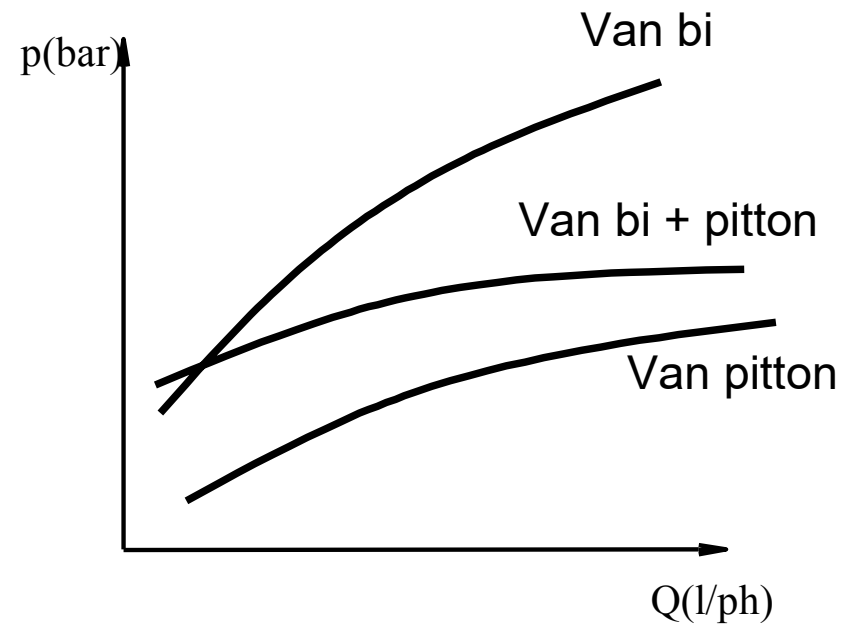
Loại van có hiệu ưu điểm, là tổ hợp của 2 loại trên (làm việc rất êm)

- Bình thường  $p_A = p_B$
- Khi quá tải,  $p_A \uparrow$ , vì lỗ giảm chấn nhỏ,  $p_B$  chưa lớn kịp  $\rightarrow$  pitton  $\uparrow$ , lò xo 2 bị nén lại  $\rightarrow$  dầu qua cửa số 2 về bể.
- Sau  $\Delta t$  thì  $p_B = p_A$  (ở trị số lớn hơn)  $> [p_0]$ , dầu qua cửa 1 về bể.
- Hết quá tải,  $p_A \downarrow$ ,  $p_B$  chưa giảm kịp, bi xuống từ từ.
- Lò xo 2 mềm, chỉ để thăng lực ma sát của pitton
- Điều chỉnh áp = lò xo 1 Lỗ giảm chấn



Đặc tính quan trọng nhất của van tràn là sự thay đổi áp suất điều chỉnh khi thay đổi lưu lượng  $Q$ .  
Sự thay đổi này càng ít, van làm việc càng tốt

- Từ đồ thị ta thấy van tràn tổ hợp bi – pitton có đường đặc tính tốt nhất (được sd nhiều).
- Đường đặc tính của van bi là xấu nhất.



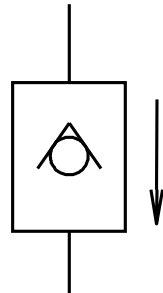
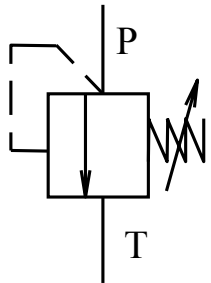
### 3) Van cản

Nhiệm vụ giảm vận tốc chuyển động của cơ cấu chấp hành tại vị trí cuối hành trình hay bắt đầu hành trình để CCCH cứng vững, an toàn không bị rung động.

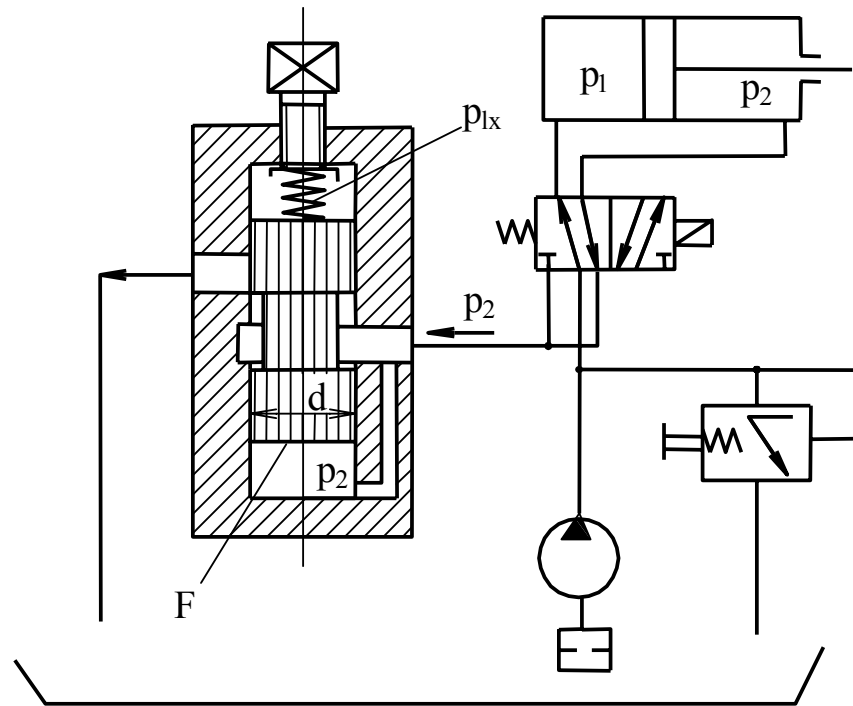
- Lắp ở cửa ra của xi lanh
- áp suất cửa ra có thể điều chỉnh được:

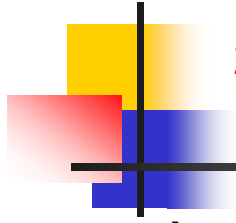
$$p_2 \cdot \frac{\pi d^2}{4} = P_{lx} \rightarrow p_2 = \frac{4P_{lx}}{\pi d^2}$$

- Ký hiệu:



Sách “Hệ thống dầu ép trong máy cắt kim loại”





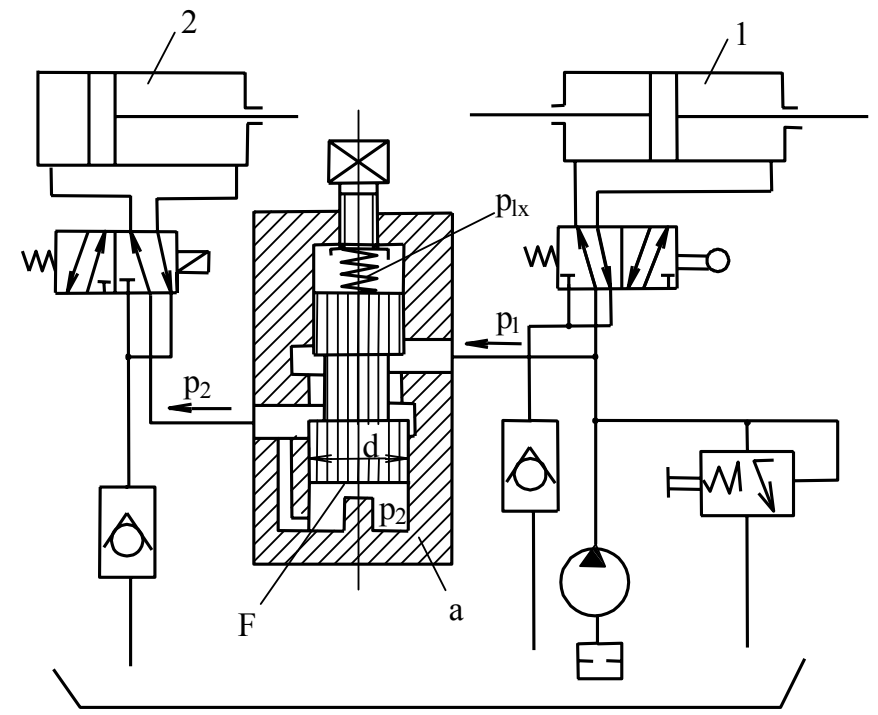
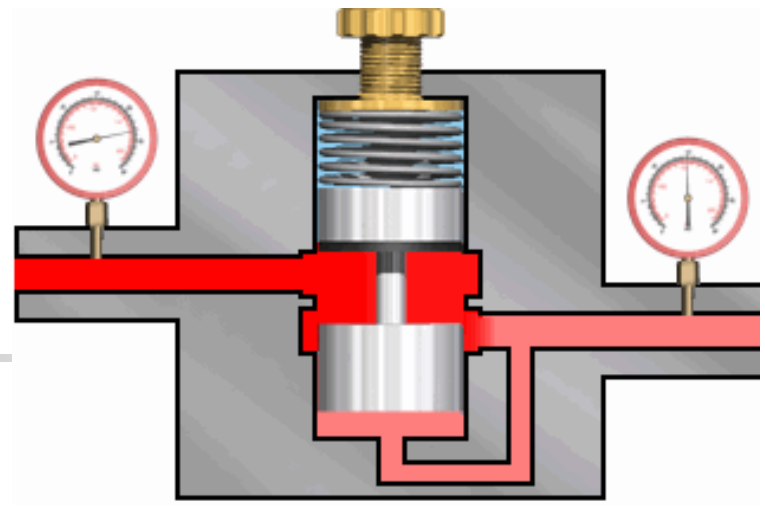
## 2) Van giảm áp

- Khi cần cung cấp chất lỏng từ nguồn (bơm) cho một số cơ cấu chấp hành có những yêu cầu khác nhau về áp suất.
- Khi đó 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.

$$\rightarrow p_2 < p_1$$

$$p_2 \cdot \frac{\pi d^2}{4} = P_{lx} \rightarrow p_2 = \frac{4P_{lx}}{\pi d^2}$$

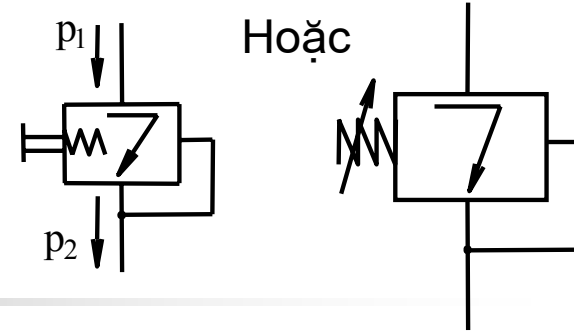
$$\uparrow \downarrow P_{lx} \Rightarrow p_2 \uparrow \downarrow$$



Ký hiệu:

Kết cấu đơn giản, thích hợp với p nhỏ.

Giảm chấn kém → sinh chấn động.



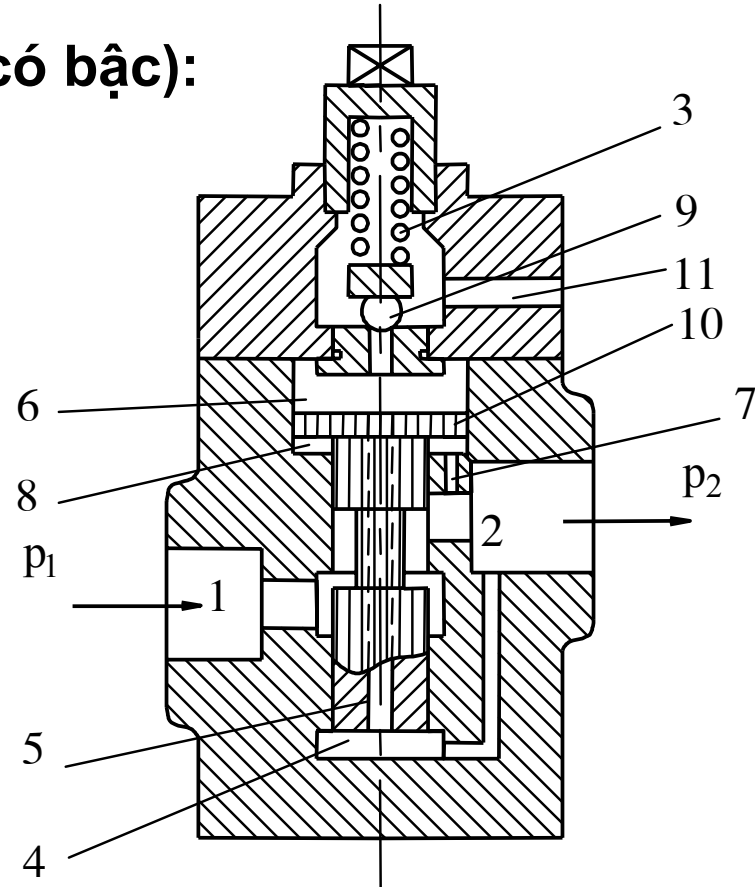
❑ Van giảm áp có pitton vi sai (pitton có bậc):

$p_2 < p_1$  do lưu lượng thay đổi.

$$\uparrow \downarrow P_{lx} \Rightarrow p_2 \uparrow \downarrow$$

- $p_2 \rightarrow (4)$ , qua lỗ tiết lưu (5)  $\rightarrow$  (6)
- $p_2 \rightarrow$  lỗ tiết lưu giảm chấn (7)  $\rightarrow$  (8)

Bthường,  $p_2$  không thay đổi trong giá trị được điều chỉnh  $\rightarrow$  9 đóng chặt, (10) cân bằng 2 phía



$p_2 \uparrow \rightarrow (9) \text{ mở } , \text{ qua } (11) \rightarrow \text{ bể}$

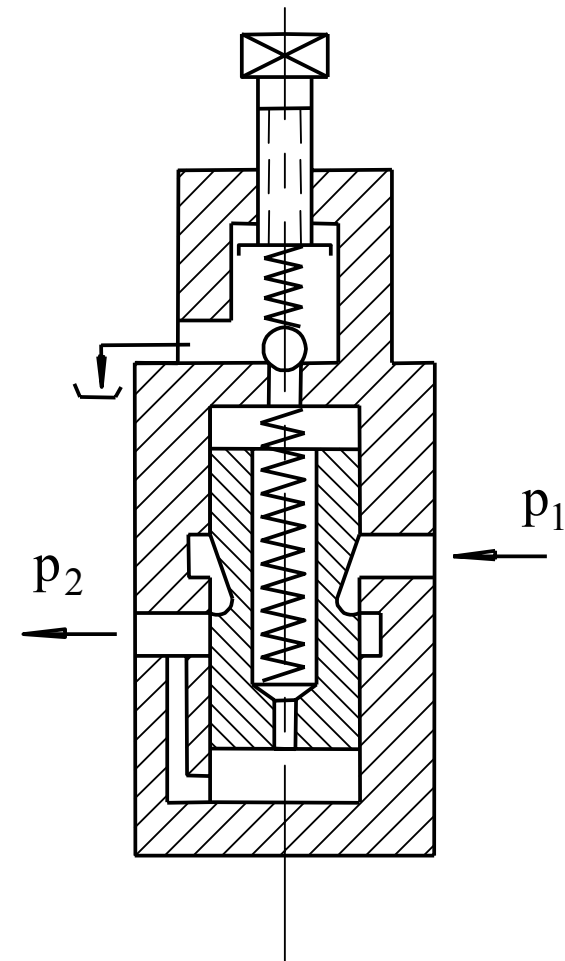
$p_{b4} > p_{b6}$  (do lỗ giảm chún 5)  $\rightarrow$  pitton đi lên  $\rightarrow$  giảm tiết diện  
chảy cửa 1  $\rightarrow p_2 \downarrow$  lại

**Ưu điểm:** êm và nhạy

có thể ổn định được p

**Nhược điểm:** chế tạo phức tạp (gc pitton có  
lỗ, bậc)

**Khắc phục:** ngta chế tạo loại van có kết  
cấu đơn giản hơn, nhưng các đặc tính cũng  
gần giống với van pitton vì sai





## II) Cơ cấu chỉnh lưu lượng

Điều chỉnh lưu lượng qua nó → điều chỉnh vận tốc của cơ cấu chấp hành (với bơm có Q cố định)

### 1) Van tiết lưu

- Điều chỉnh lưu lượng dòng chảy, tức là điều chỉnh vận tốc hoặc thời gian chảy của cơ cấu chấp hành

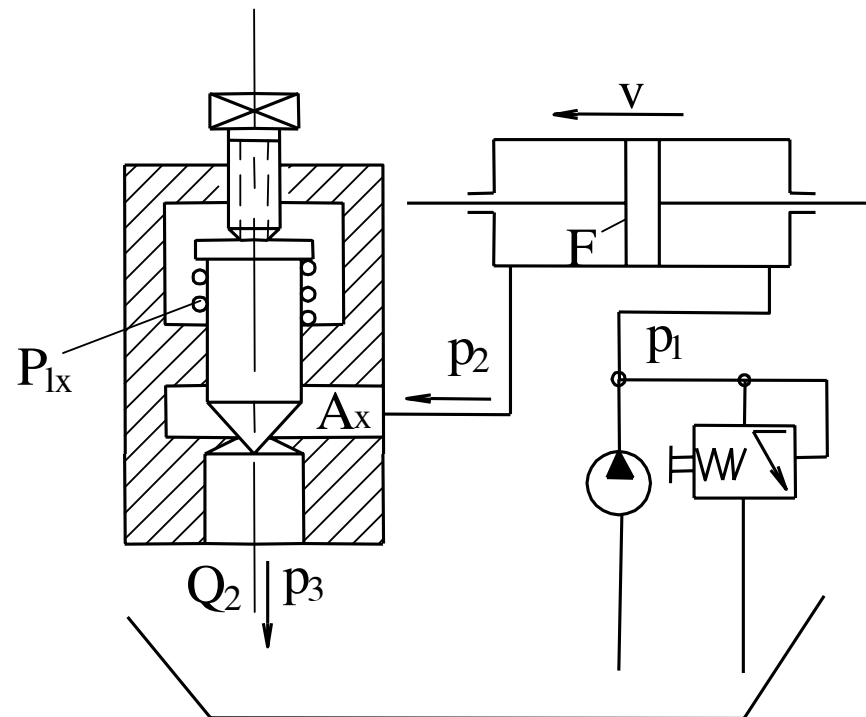
- Thay đổi Q → thay đổi  $\Delta p$  và tiết diện chảy  $A_x$ .

- Nếu đảm bảo  $\Delta p = \text{const} \rightarrow V = \text{const}$ .

- Van tiết lưu không đảm bảo được đk  $V = \text{const}$

$$Q_2 = F.V$$

- Lưu lượng qua khe hở  $A_x$  theo công thức Torixelli:



$$Q_2 = \mu \cdot A_x \cdot \sqrt{\frac{2g}{\gamma}} \cdot \sqrt{p_2 - p_3} \quad \rightarrow \quad Q_2 = c\mu \cdot A_x \cdot \sqrt{\Delta p}$$

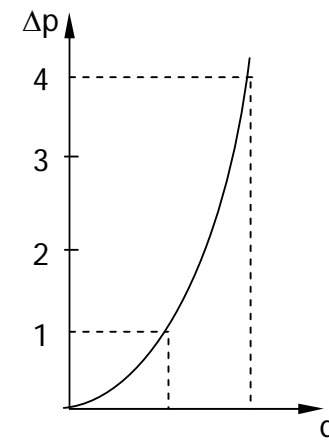
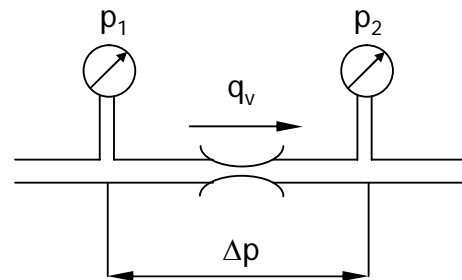
Với  $c = \sqrt{\frac{2g}{\gamma}} = \text{const}$       $\gamma - \frac{N}{m^3}; \Delta p - \frac{N}{m^2} \rightarrow Q - \frac{m^3}{s}$

$\mu$  - hệ số thoát dầu, phụ thuộc hình dáng tiết diện chảy.

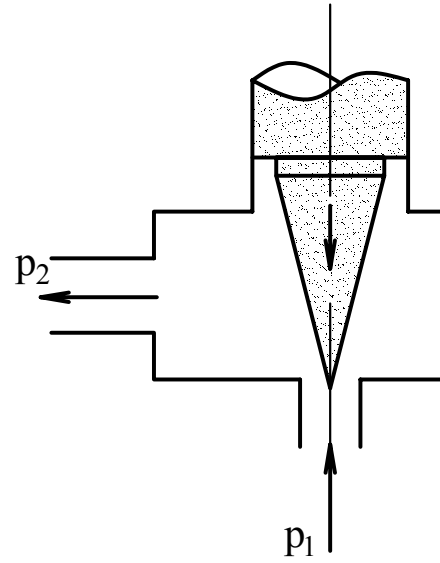
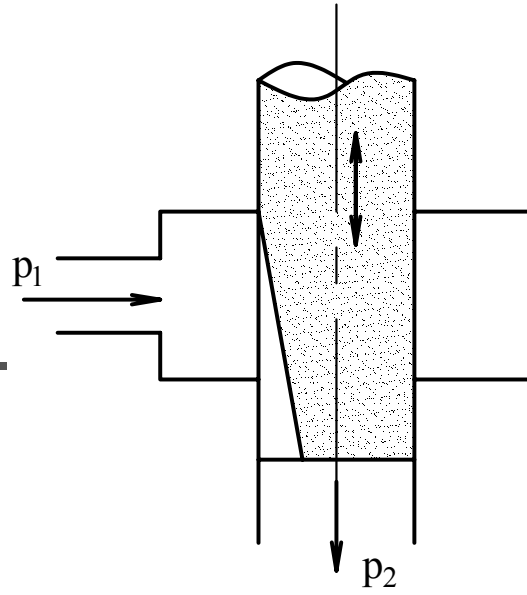
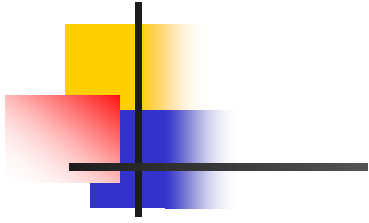
→ Vận tốc của pitton:

$$V = \frac{c\mu \cdot A_x \cdot \sqrt{\Delta p}}{F}$$

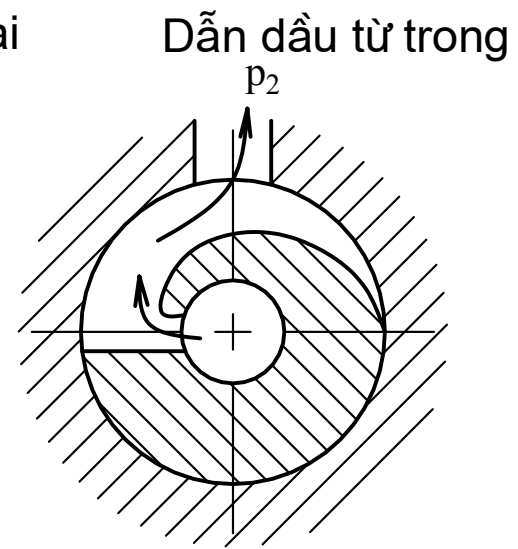
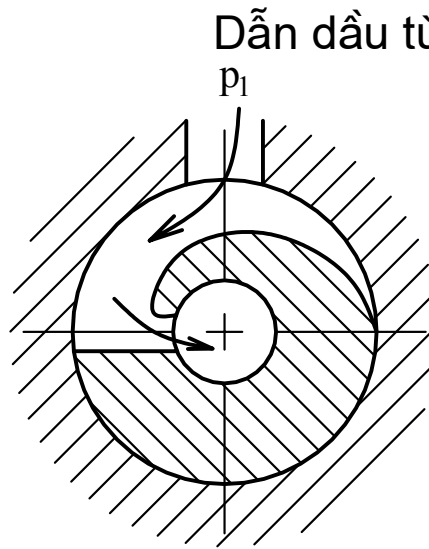
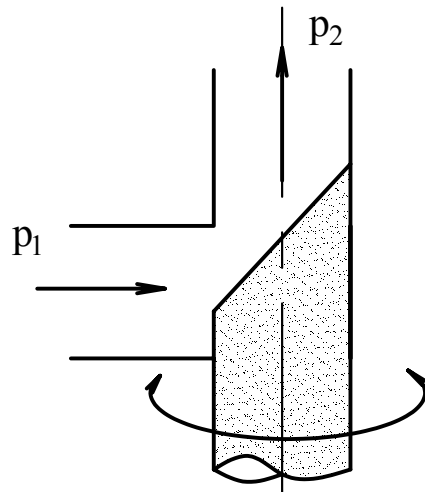
**Có thể phân thành 2 loại chính:** van tiến lưu điều chỉnh dọc trục và quanh trục:



Chênh lệch áp và lưu lượng qua tiết diện



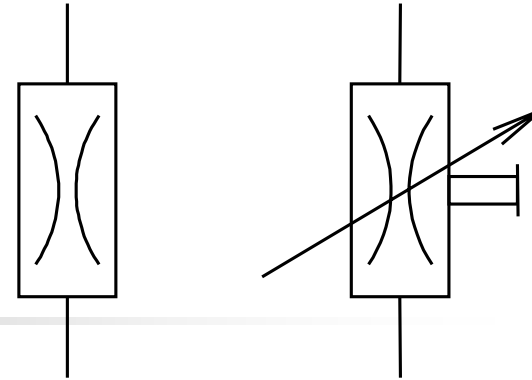
**Điều khiển dọc trục  $\rightarrow A_x$  thay đổi**



**Điều khiển quanh trục  $\rightarrow A_x$  thay đổi**

Ký hiệu:

- Van tiết lưu có lưu lượng cố định.
- Van có thể điều chỉnh lưu lượng



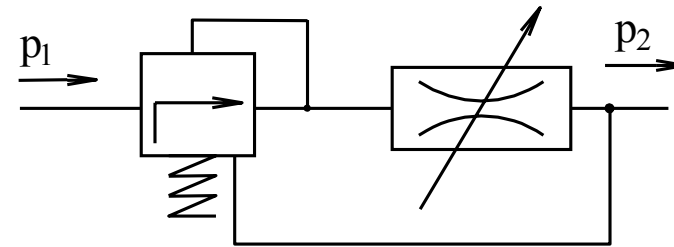
## 2) Bộ ổn tốc

- Trong những cơ cấu chấp hành cần chuyển động êm, độ chính xác cao
- Những nguyên nhân gây ra sự không ổn định chuyển động, như tải trọng thay đổi, độ đàn hồi của dầu, độ rò dầu cũng như sự thay đổi nhiệt độ, thiếu sót về kết cấu như các cơ cấu điều khiển chế tạo không chính xác .v.v...
- Bộ ổn tốc đảm bảo hiệu áp không đổi khi giảm áp → đảm bảo 1 Q không đổi qua van → vận tốc CCCH gần như không đổi.
- Bộ ổn tốc là van ghép: van giảm áp + van tiết lưu
- Thường được lắp ở đường dầu vào hoặc của CCCH (PA lắp trên đường dầu ra tốt hơn).

Ký hiệu:

**Xét 2 PA lắp bộ ổn tốc:**

**a) Lắp trên đường dầu vào**

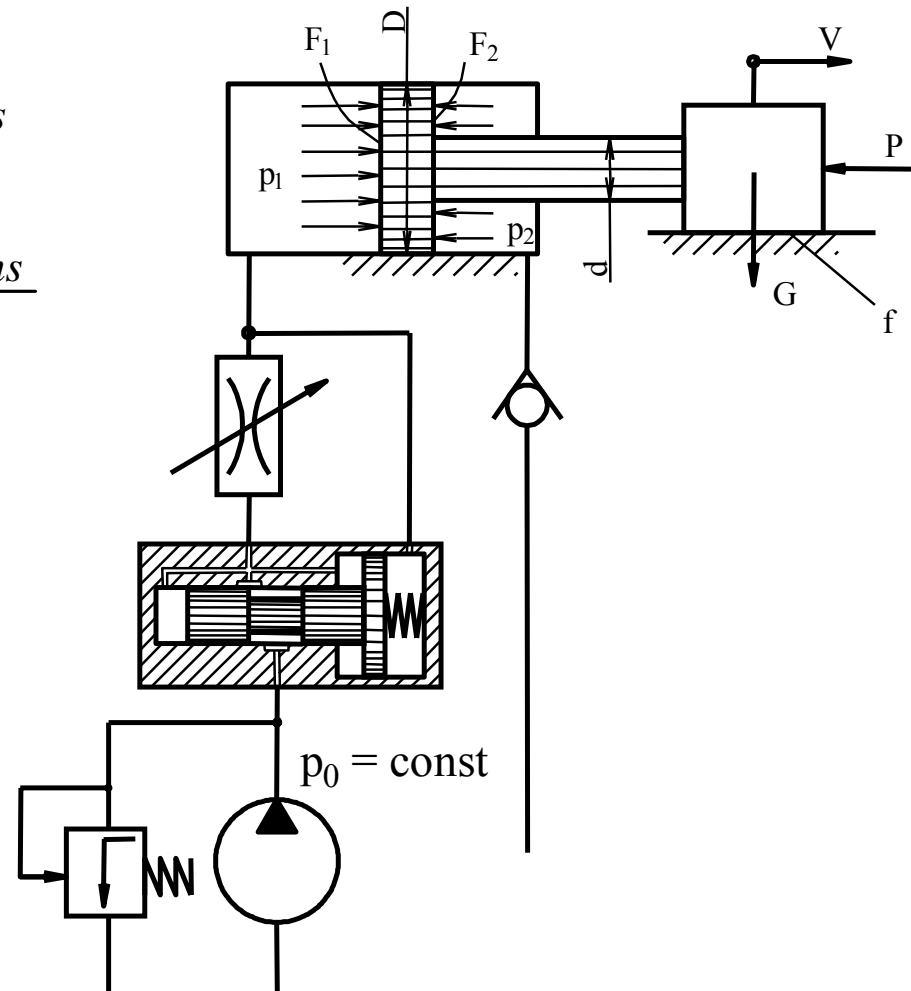


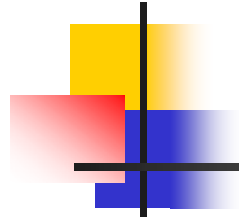
$$p_1 \cdot F_1 = p_2 \cdot F_2 + P + \Sigma F_{ms}$$

$$\rightarrow p_1' = \frac{p_2 \cdot F_2 + P + \Sigma F_{ms}}{F_1}$$

$$V = \frac{CA_x \sqrt{p_0 - p_1'}}{F_1}$$

→ Muốn  $V = \text{Const} \rightarrow \Delta p \text{ const}$



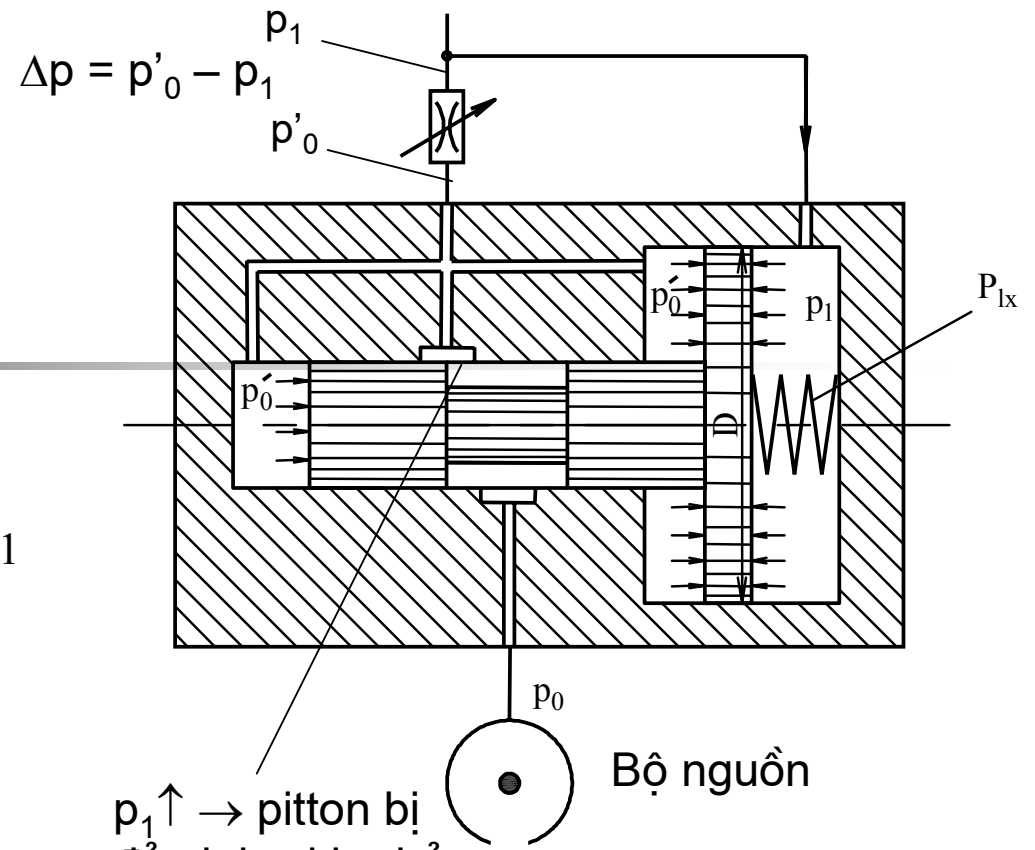


$$\frac{\pi D^2}{4} \cdot p'_0 = P_{lx} + \frac{\pi D^2}{4} \cdot p_1$$

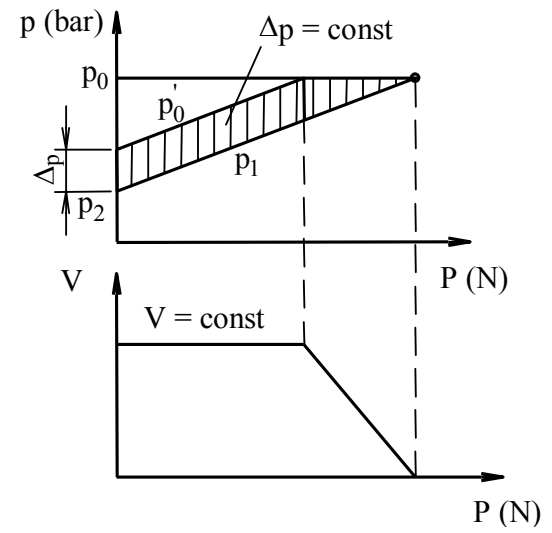
$$\rightarrow \frac{\pi D^2}{4} \cdot (p'_0 - p_1) = P_{lx}$$

$$\rightarrow \Delta p = \frac{4P_{lx}}{\pi D^2} = const$$

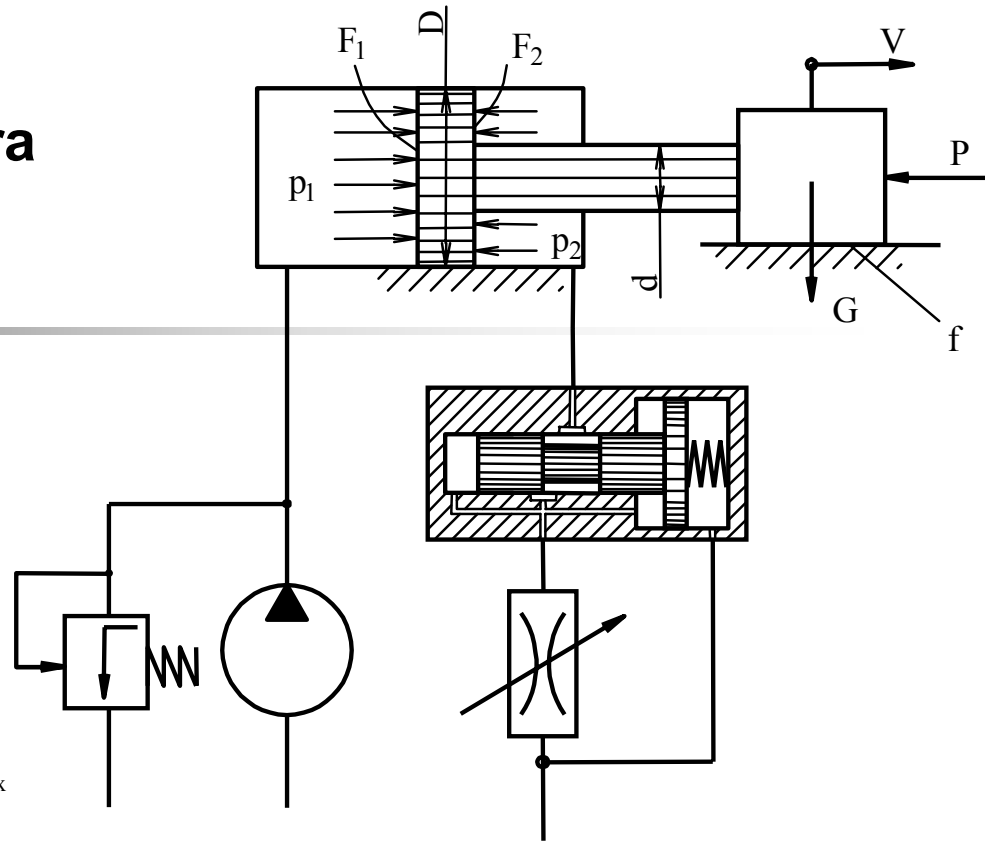
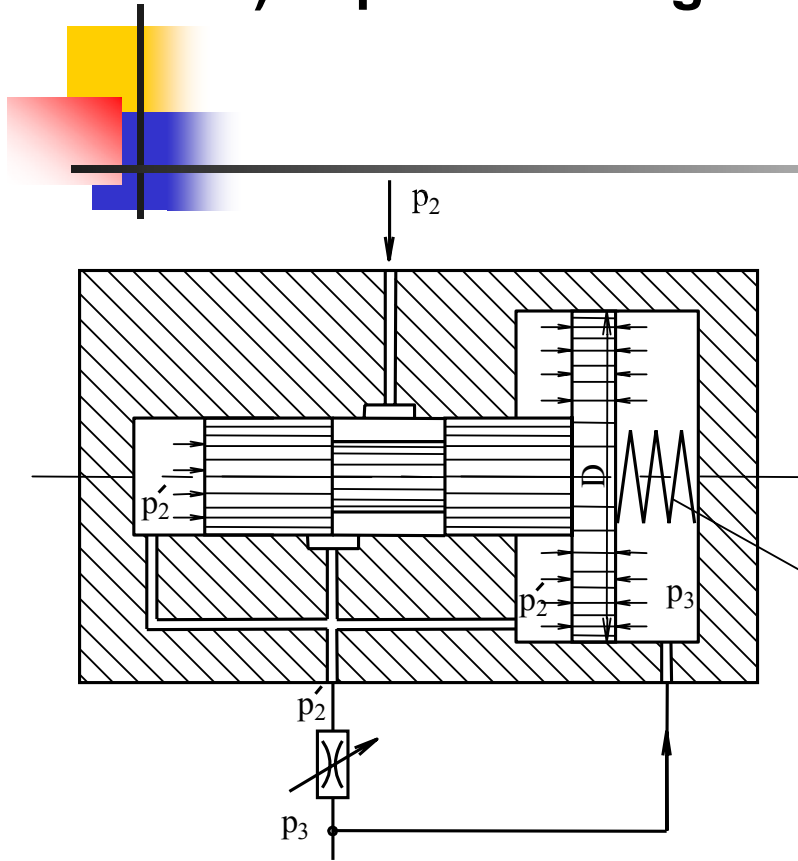
$$p_1 = \frac{p_2 \cdot F_2 + P + \Sigma F_{ms}}{F_1}$$



$p_1 \uparrow \rightarrow$  pitton bị đẩy lại  $\rightarrow$  khe hở  
 $X \uparrow \rightarrow p_0 \uparrow$



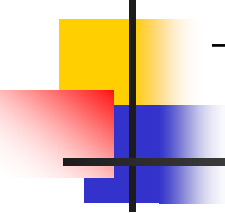
## b) Lắp trên đường dầu ra



$$p_2 = \frac{p_0 \cdot F_1 + P + \Sigma F_{ms}}{F_2}$$

$$\frac{\pi D^2}{4} \cdot p_2' = P_{lx} + \frac{\pi D^2}{4} \cdot p_3$$

$$\rightarrow (p_2' - p_3) = \frac{4 \cdot P_{lx}}{\pi D^2} = const$$



→ Thấy 2 sơ đồ giống nhau về mặt ý nghĩa, không phụ thuộc tải trọng

---

## **Bộ ổn tốc đặt ở đường vào**

*Ưu điểm:*

- Xi lanh thì làm việc theo áp suất yêu cầu.
- Có thể điều chỉnh lượng vận tốc nhỏ.

*Nhược điểm:*

- Phải đặt van cản ở đường dầu về.
- Năng lượng không dùng chuyển thành nhiệt trong quá trình tiết lưu.





## ❑ Bộ ổn tốc đặt ở đường ra

### *Ưu điểm:*

- ❑- Xi lanh thì làm việc được với vận tốc nhỏ và tải trọng lớn.
- ❑- Có thể điều chỉnh lượng vận tốc nhỏ.
- ❑- Không phải đặt van cản ở đường dầu về
- ❑- Nhiệt sinh ra sẽ về bể dầu.

### *Nhược điểm:*

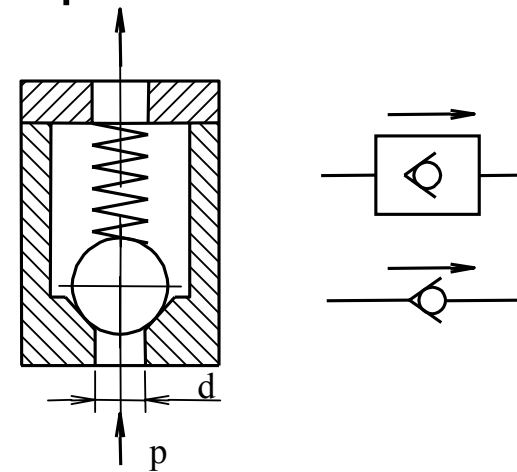
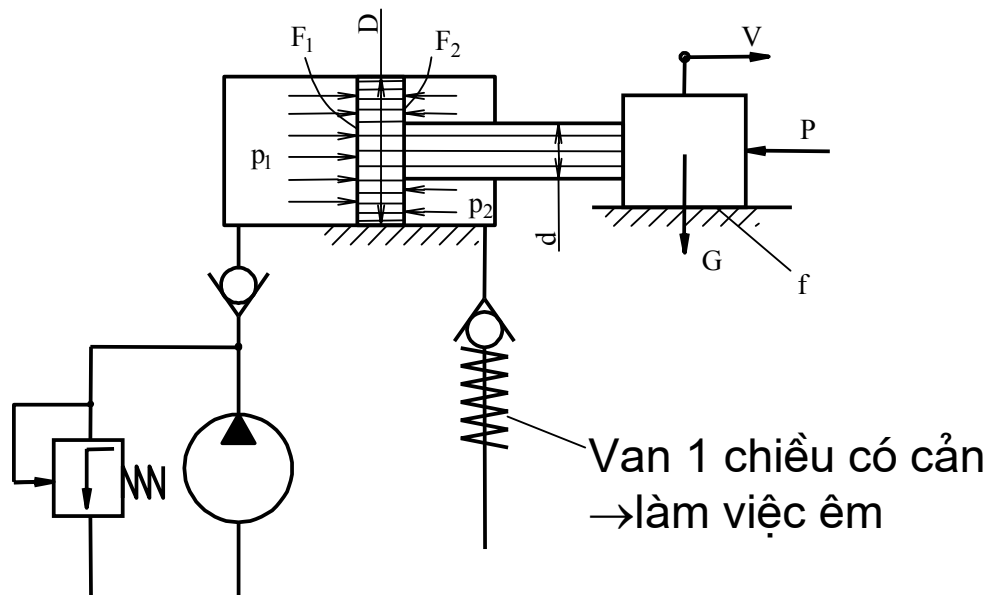
- ❑- Lực ma sát của xi lanh lớn.
- ❑- Van tràn phải làm việc liên tục.

### III) Cơ cấu chỉnh hướng (của dòng dầu)

Điều khiển đóng mở hoặc nối liền, ngăn cách các đường dẫn dầu về các bộ phận của hệ thống.

#### 1) Van một chiều

- Cho chất lỏng đi theo 1 chiều.
- Được đặt ở các vị trí khác nhau tùy theo mục đích.
- Tổn thất áp qua van  $\Delta p \approx 1 \text{ bar}$



Nguyên lý kết cấu van 1 chiều bi và ký hiệu

$$p \cdot \frac{\pi d^2}{4} = P_{lx}$$

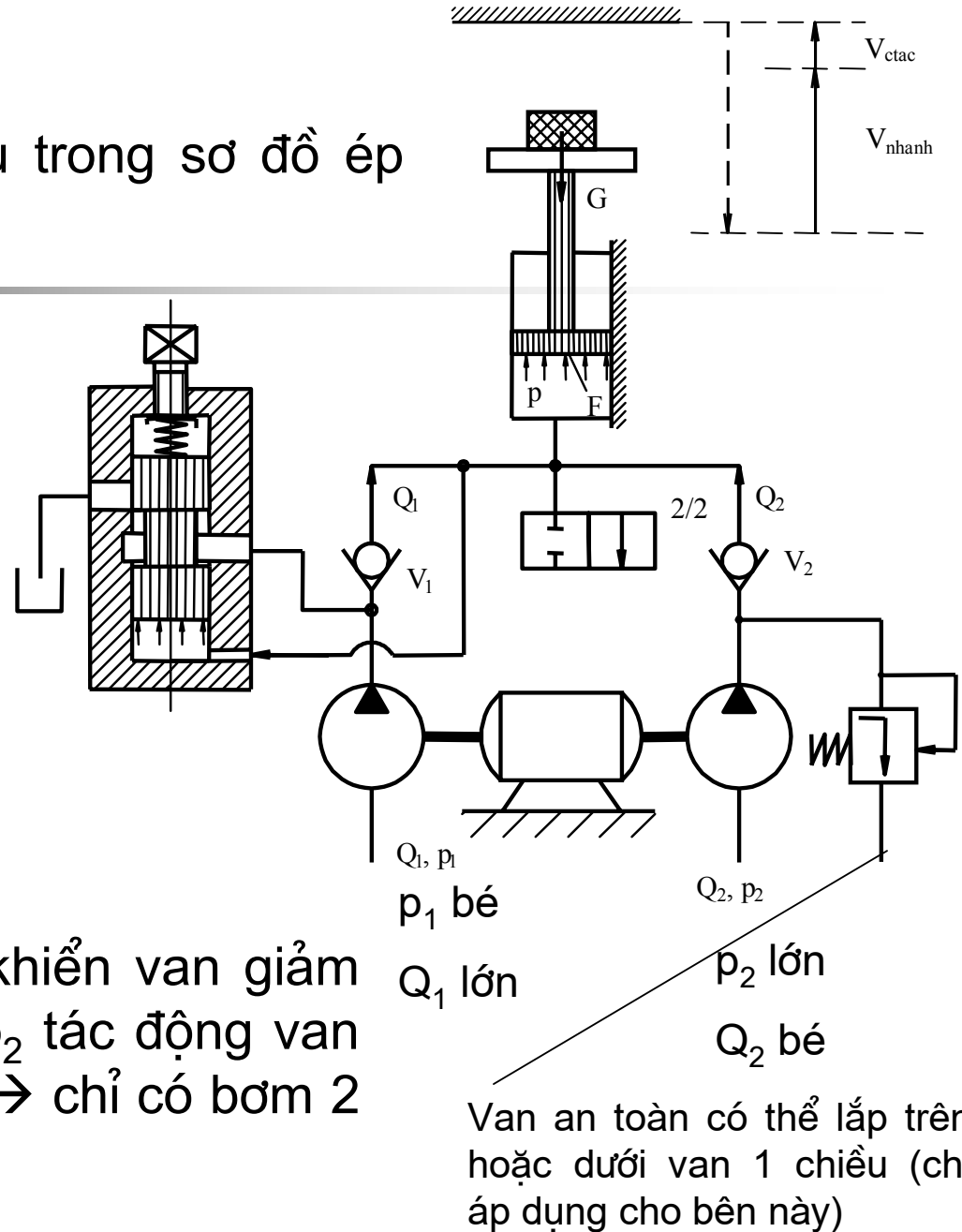
## Ví dụ:

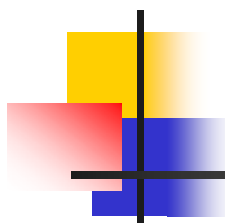
Sử dụng van 1 chiều trong sơ đồ ép ngược

- Khi chưa có tải, do  $Q_1 \gg Q_2 \rightarrow p_2$  chưa đủ lớn  $\rightarrow$  không làm tăng  $p_1$ .

- Tính áp suất  $p_1$ , khi đó  $Q = Q_1 + Q_2$  (ngoại lực chỉ tính đến G)

- Khi có tải (ép),  $p_2 \uparrow \rightarrow$  điều khiển van giảm tải  $\rightarrow$  dầu về bể, đồng thời  $p_2$  tác động van  $V_1$ , ko cho dầu từ bơm 1 lên  $\rightarrow$  chỉ có bơm 2  $\rightarrow$  tính  $p_2$  (với  $Q_2$ )




$$V_{nhanh} = \frac{Q_1 + Q_2}{F}$$

$$V_{ctac} = \frac{Q_2}{F}$$

### **Bài tập: Sdụng sơ đồ trên**

$V_{nhanh} = 3\text{m/ph}$ ;  $V_{ép} = 0,5 \text{ m/ph}$ ;  $D = 200\text{mm}$ ,  $P = 20\text{tấn}$ ,  $G = 500 \text{ KG}$ ;  $\eta_{bơm} = 0,85$

? Tính chọn 2 bơm, tính chọn động cơ điện

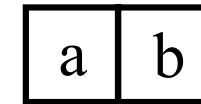
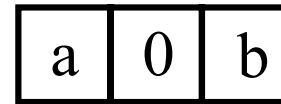
Chú ý: với sơ đồ này, nếu dùng van giảm tải như trên, đơ chỉ cần chọn theo công suất lớn nhất của 1 bơm (CS lớn nhất)

Nếu dùng van an toàn thường thì tính công suất động cơ bằng tổng SC 2 bơm (do khi  $p_2$  lớn thì bơm 1 vẫn phải bơm thẳng van an toàn để xả dầu (lúc công tác))

## 2) Van đảo chiều

- Nhiệm vụ là đóng, mở các ống dẫn để khởi động các cơ cấu biến đổi năng lượng, dùng để đảo chiều các chuyển động của cơ cấu chấp hành.

- **Số vị trí:** là số định vị con trượt của van. Thông thường van đảo chiều có 2 hoặc 3 vị trí. Trong những trường hợp đặc biệt số vị trí có thể nhiều hơn.

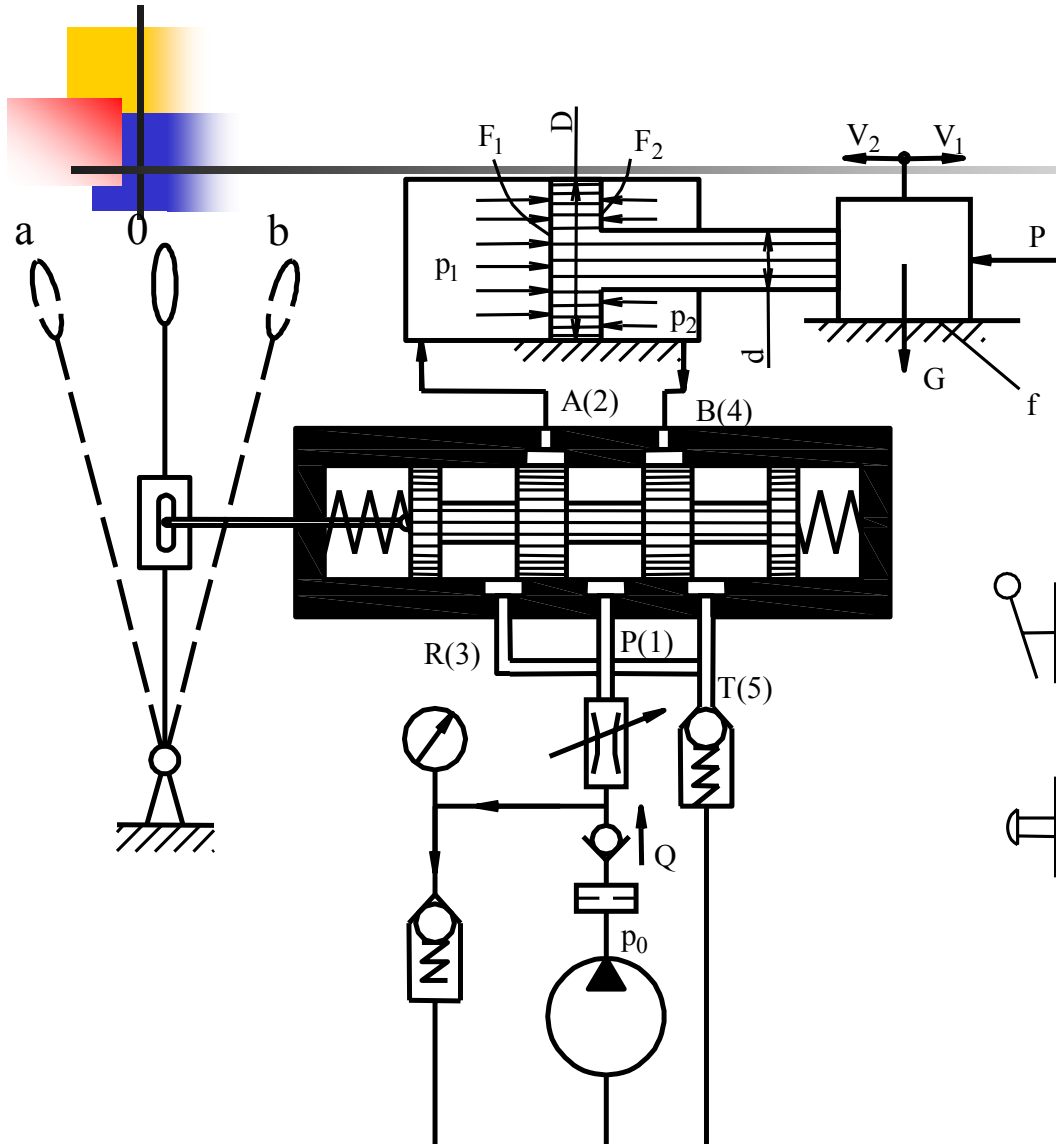


Vị trí “không” là VT khi van chưa có động tín hiệu vào. Van 3VT, → “0” giữa, van 2V, “0” có thể là a hoặc b (thường là bên phải)

- **Số cửa:** là số lỗ để dẫn dầu vào hay ra. Số cửa của van đảo chiều thường là 2, 3 và 4. Trong những trường hợp đặc biệt số cửa có thể nhiều hơn.

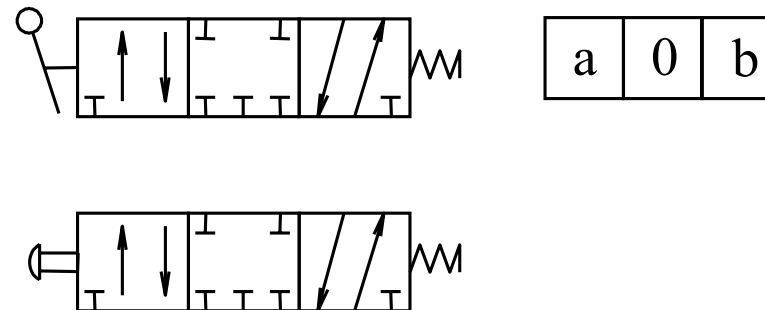
Cửa van kí hiệu theo ISO 5599 hoặc DIN:

Ví dụ:



	ISO 5599	DIN
Cửa nối nguồn (từ bộ lọc)	1	P
Cửa nối lviệc	2,4,6...	A,B,C,...
Cửa xả	3,5,7,...	R,S,T,...
Cửa nối TH Đ khiển	12,14,...	X,Y,...

**Van 5/3: 5 cửa, 3 vị trí**

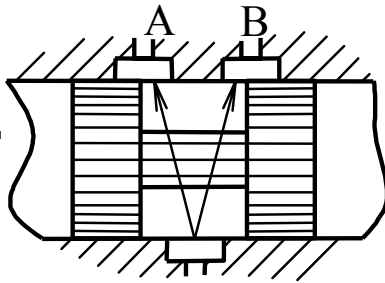
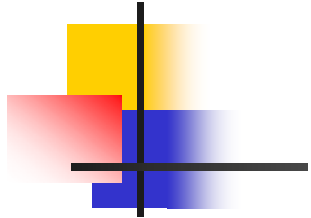


P(1) – nối nguồn

A(2), B(4) – nối cơ cấu

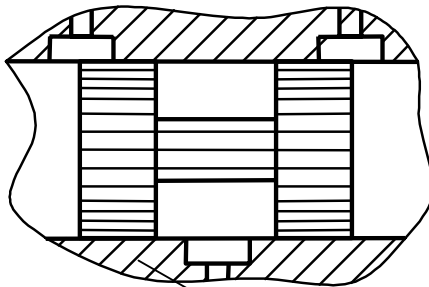
R(3), T(5) – Về bể

Trường hợp cần phanh tức thời → cho dầu về 2 phía:



Đk = điện từ

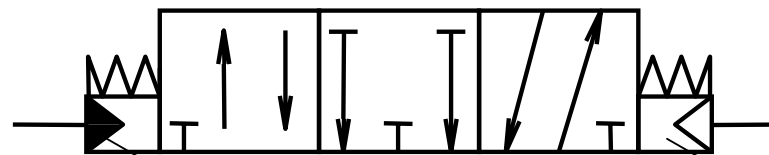
Lò xo: khí tǎ máy, nó đưa con trượt về vị trí giữa



Khi con trượt ở VT này, ta có thể kéo pitton tự do (sơ đồ trên)

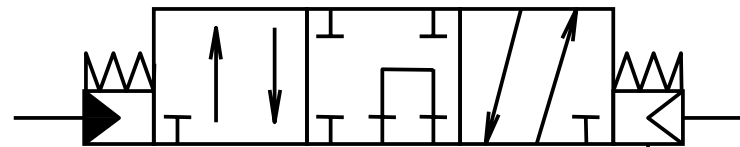
Điều khiển bằng thủy lực

Điều khiển bằng khí nén

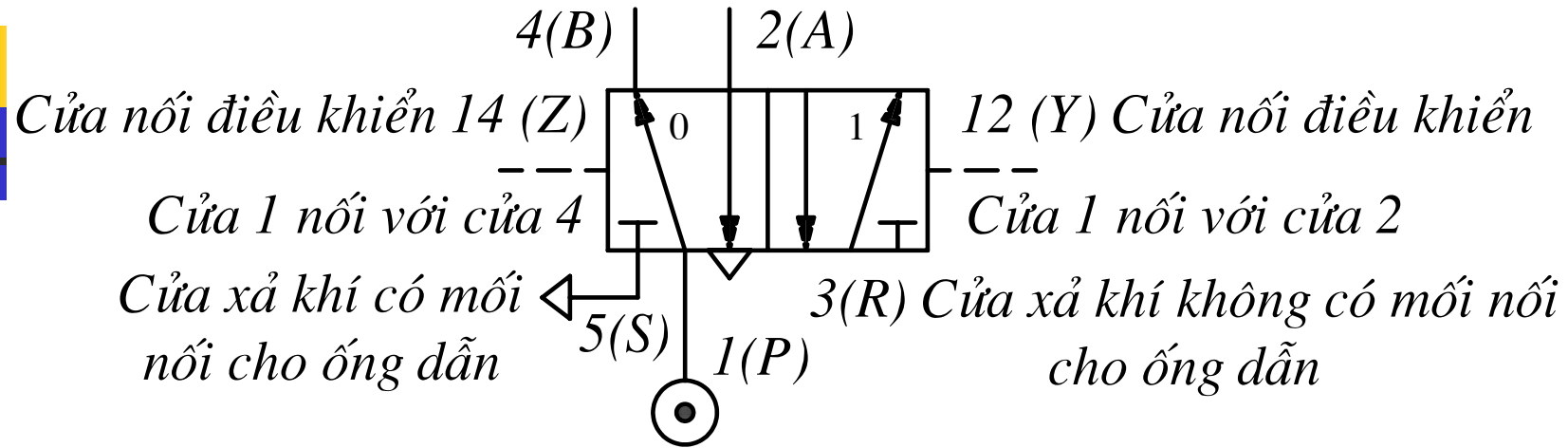
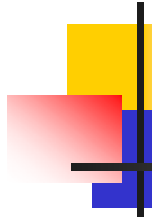


VT giữa, dầu về bể

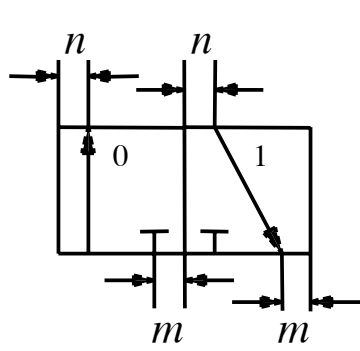
Dẫn khí ra ngoài



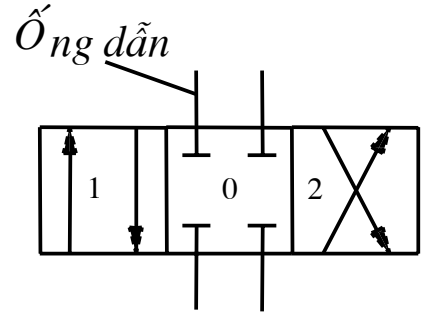
# Kí hiệu các cửa cửa nối của van đảo chiều



Nối với nguồn khí nén



a. Van đảo chiều 3/2



b. Van đảo chiều 4/3

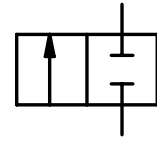
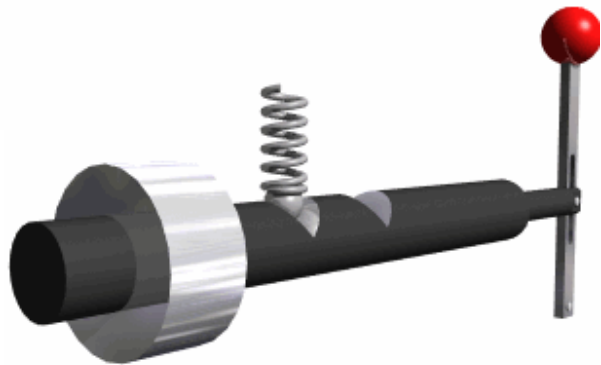
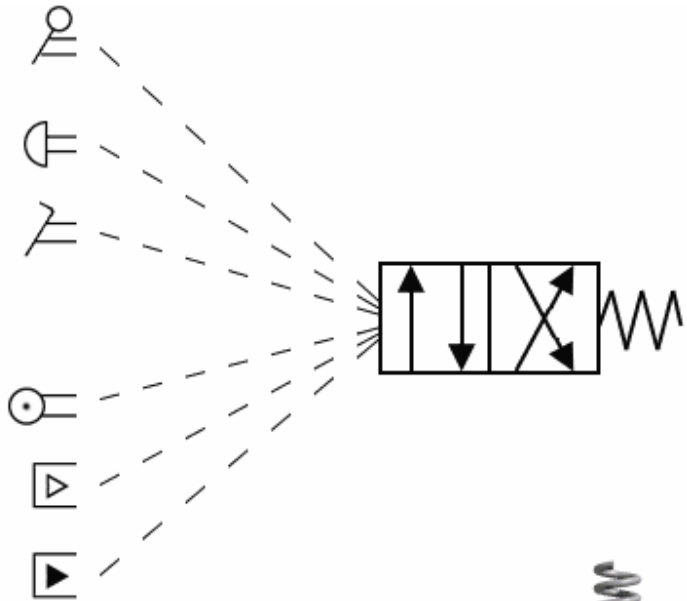
→ Số vị trí  
 → Số cửa

Kí hiệu và tên gọi van đảo chiều

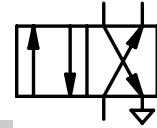


# Cách gọi và ký hiệu một số van đảo chiều

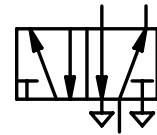
## Tác động tín hiệu



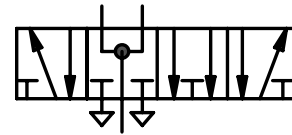
*Van đảo chiều 2/2*



*Van đảo chiều 4/2*

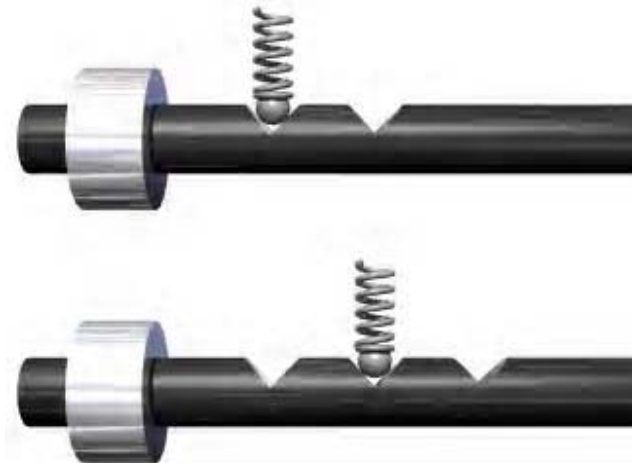
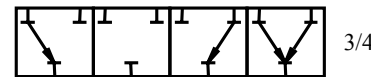


*Van đảo chiều 5/2*

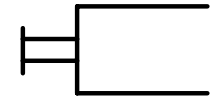
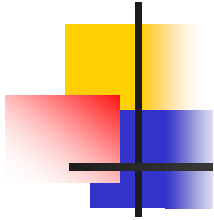


*Van đảo chiều 5/4*

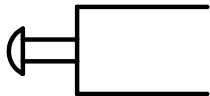
Nóng ↓ ↓ Lạnh



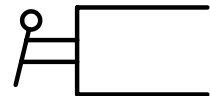
*a. Tác động bằng tay*



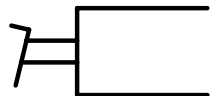
*Kí hiệu nút nhấn tổng quát*



*Nút bấm*

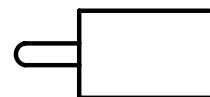


*Tay gạt*

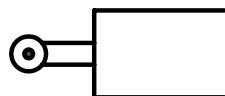


*Bàn đạp*

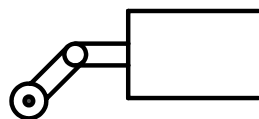
*b. Tác động bằng cơ*



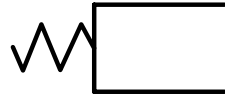
*Đầu dò*



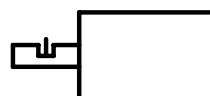
*Cứ chặn bằng con lăn, tác động 2 chiều*



*Cứ chặn bằng con lăn, tác động 1 chiều*

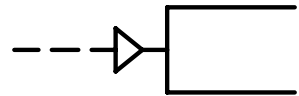


*Lò xo*

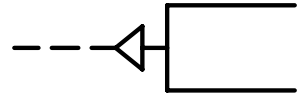


*Nút nhấn có rãnh định vị*

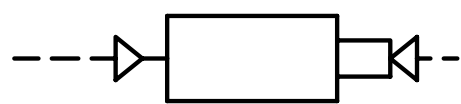
*c. Tác động bằng khí nén*



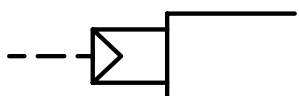
*Trực tiếp bằng dòng khí nén vào*



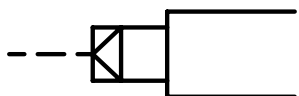
*Trực tiếp bằng dòng khí nén ra*



*Trực tiếp bằng dòng khí nén vào với đường kính 2 đầu nòng van khác nhau*

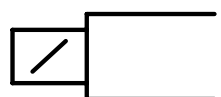


*Gián tiếp bằng dòng khí nén vào qua van phụ trợ*

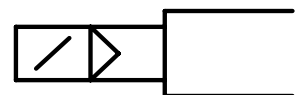


*Gián tiếp bằng dòng khí nén ra qua van phụ trợ*

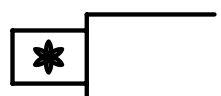
*d. Tác động bằng nam châm điện*



*Trực tiếp*

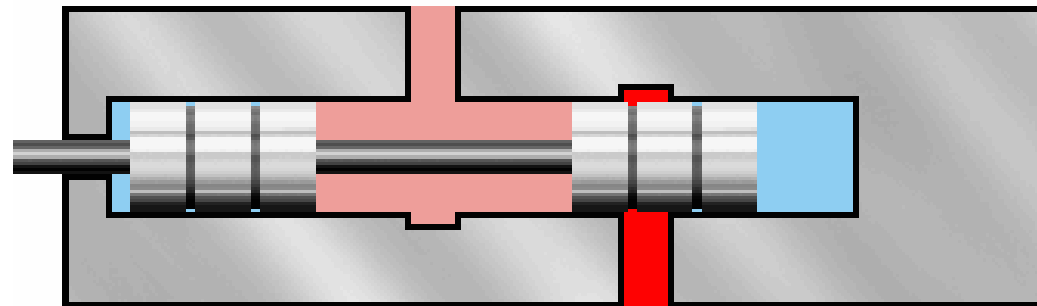
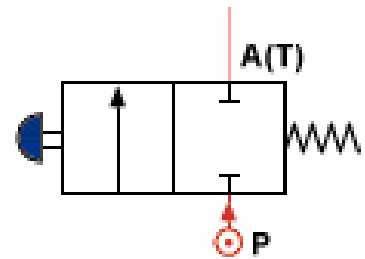
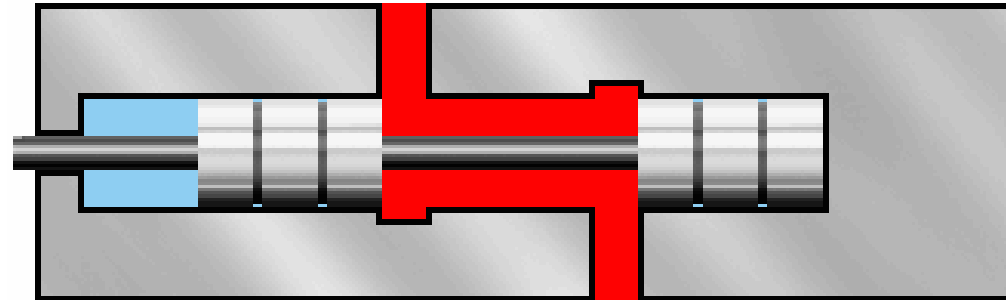
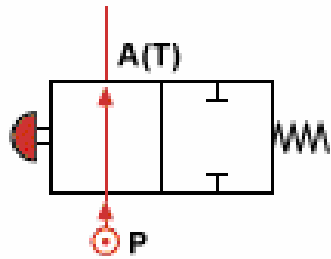
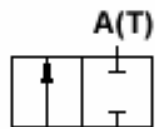
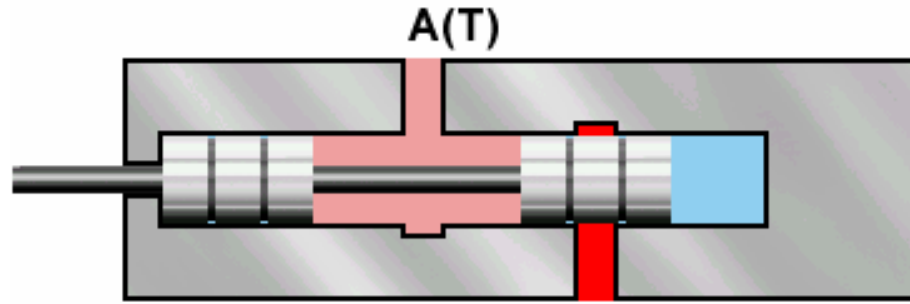


*Bằng nam châm điện và van phụ trợ*

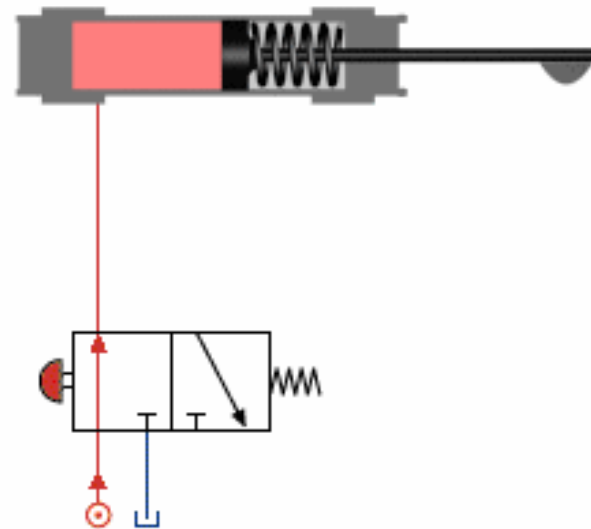
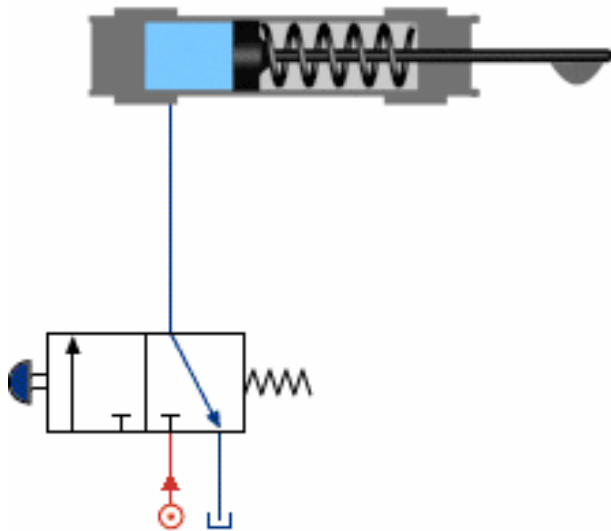
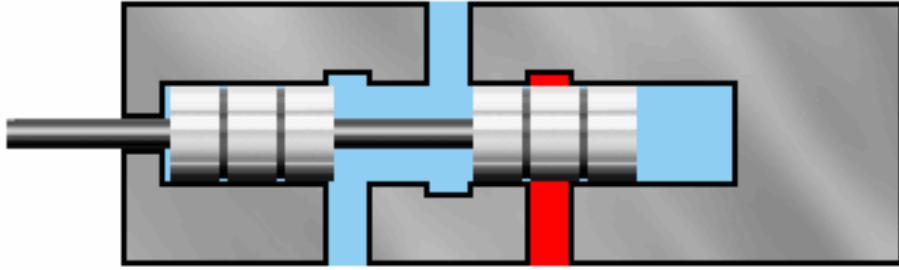
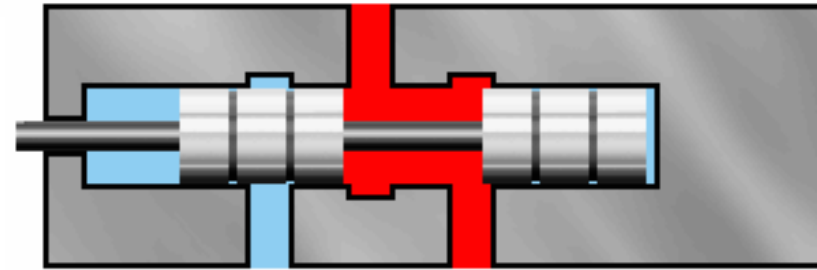
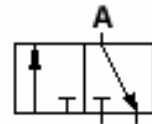
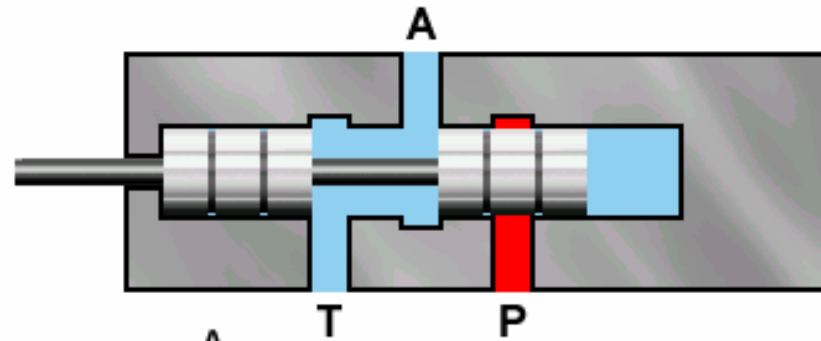


*Tác động theo các hướng dẫn cụ thể*

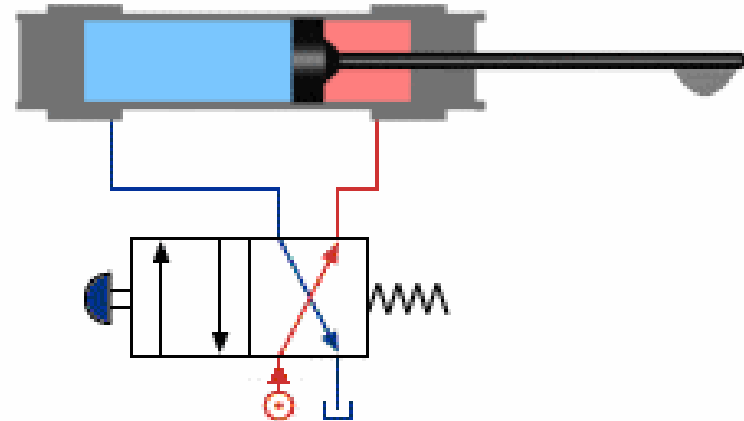
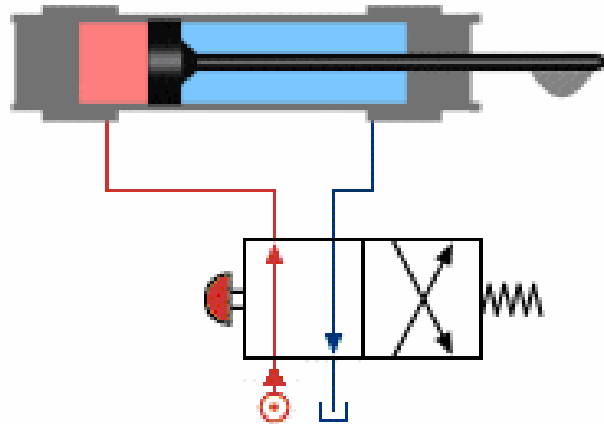
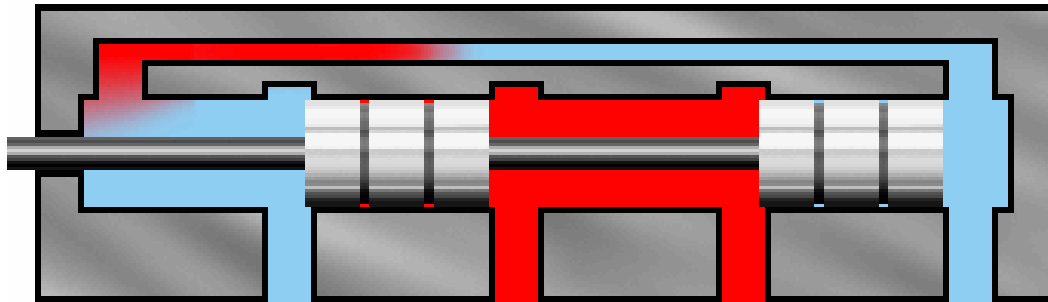
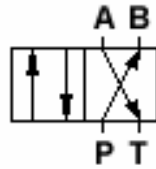
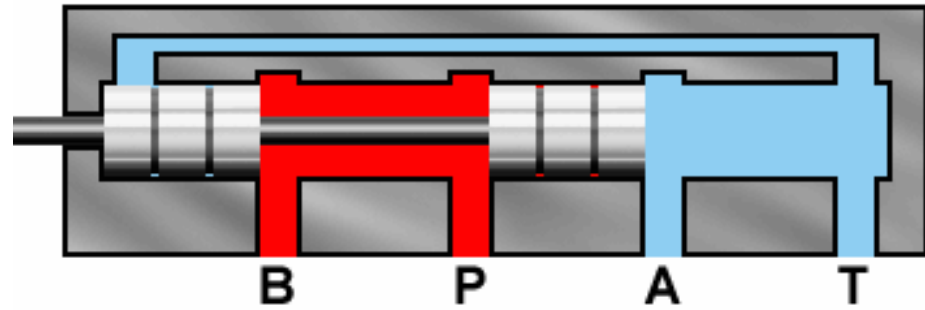
Van 2/2



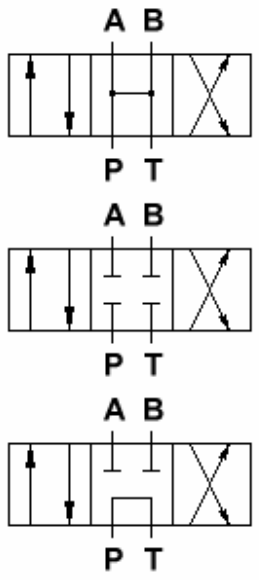
Van 3/2:



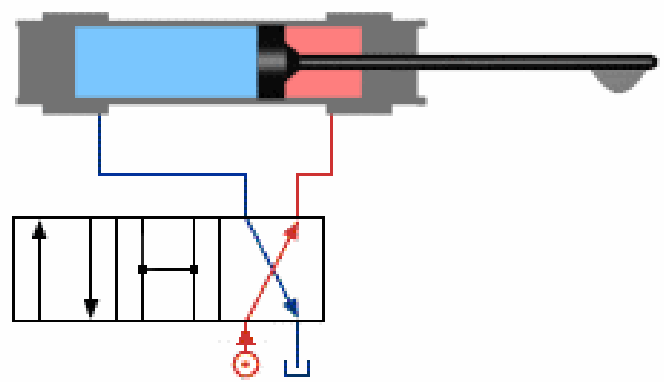
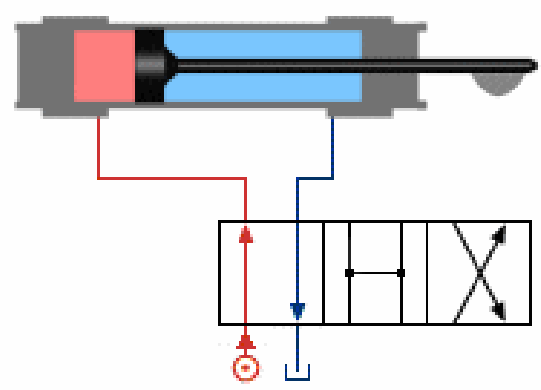
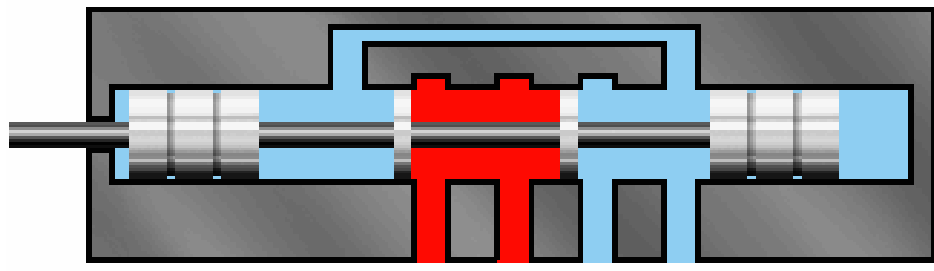
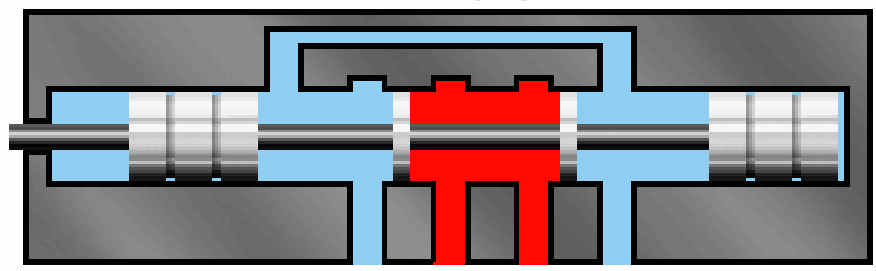
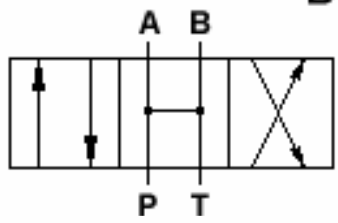
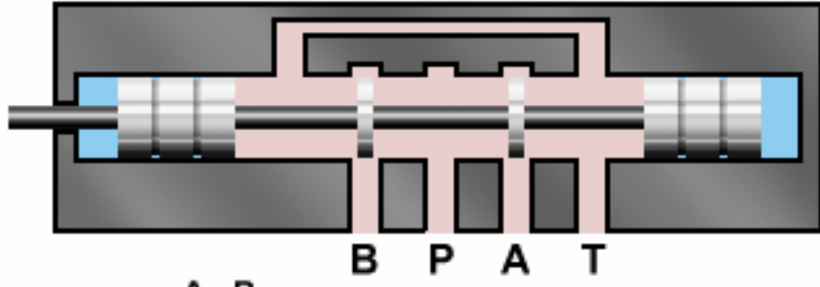
Van 4/2:



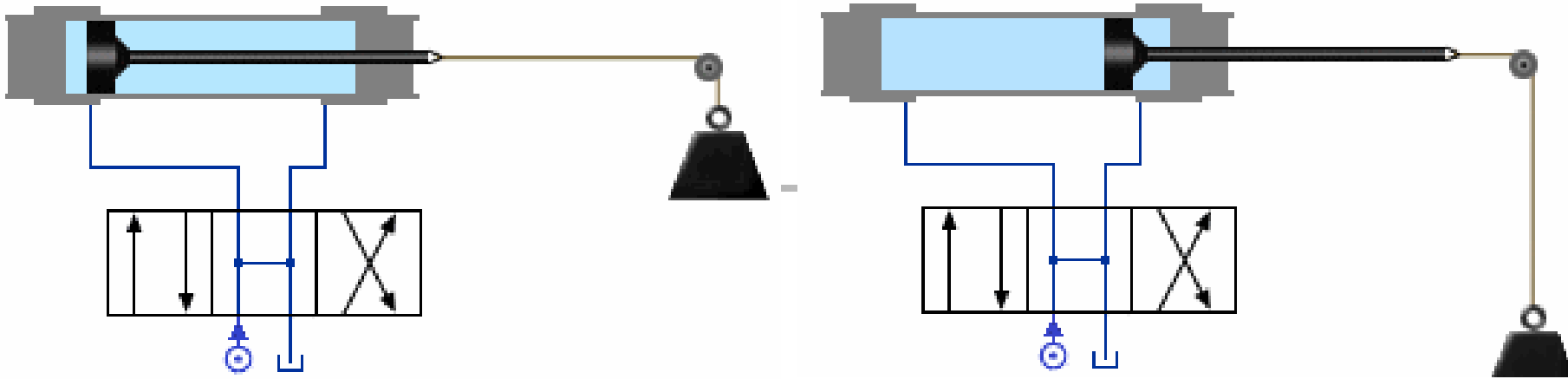
Van 4/3:



The 4/3 open center valve

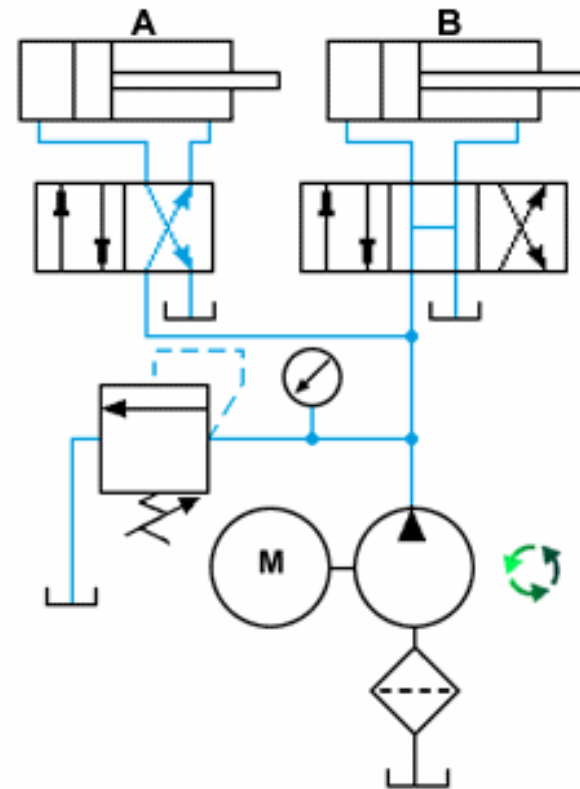


## Vị trí giữa



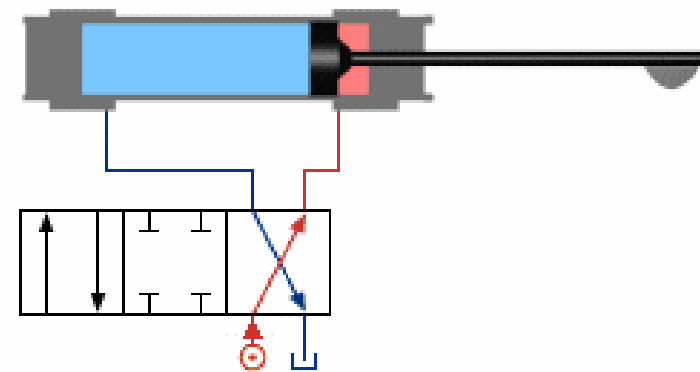
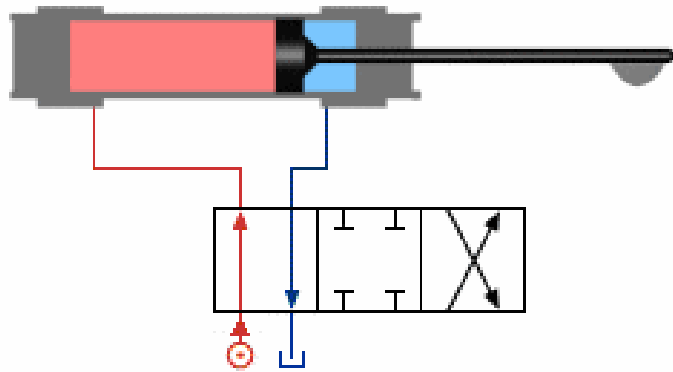
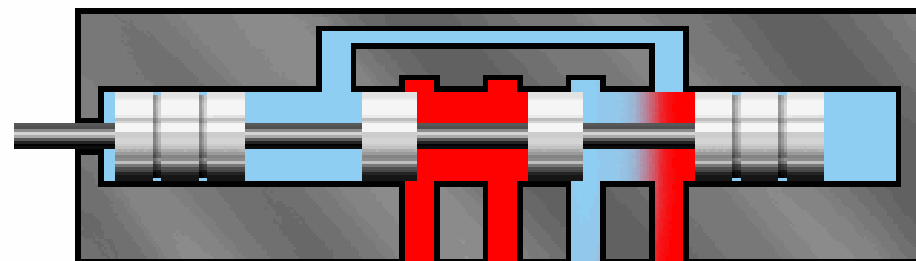
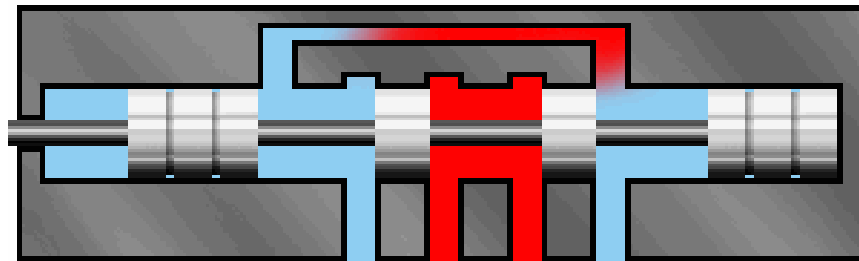
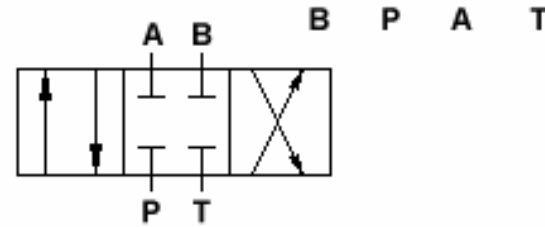
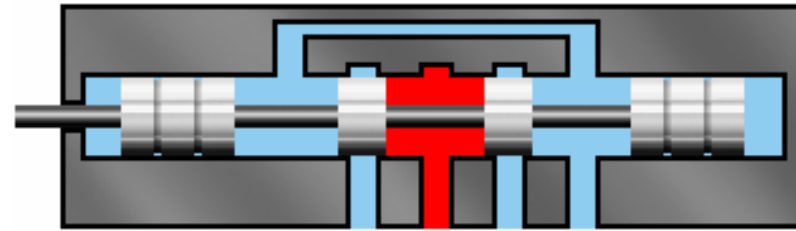
Ví dụ: HT TL sử dụng 2 van đảo chiều điều khiển 2 xi lanh.

Van 4/3 ở vị trí trung gian, piston của xi lanh B có thể tự do di chuyển.

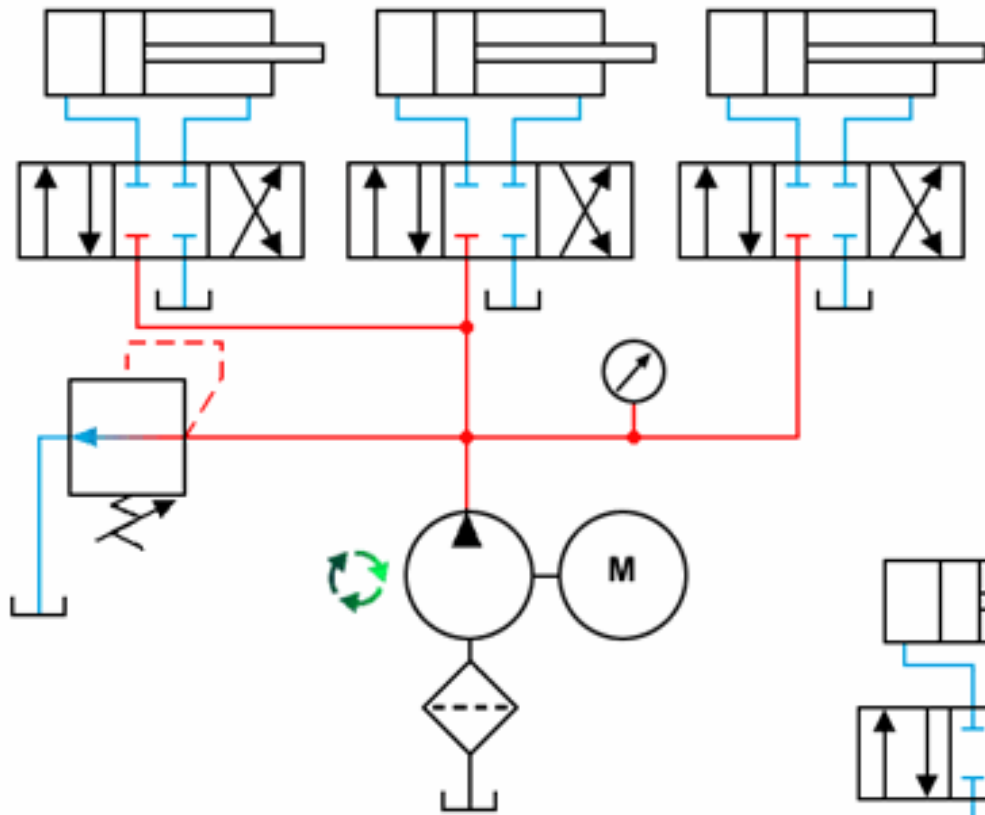




# The close center valve



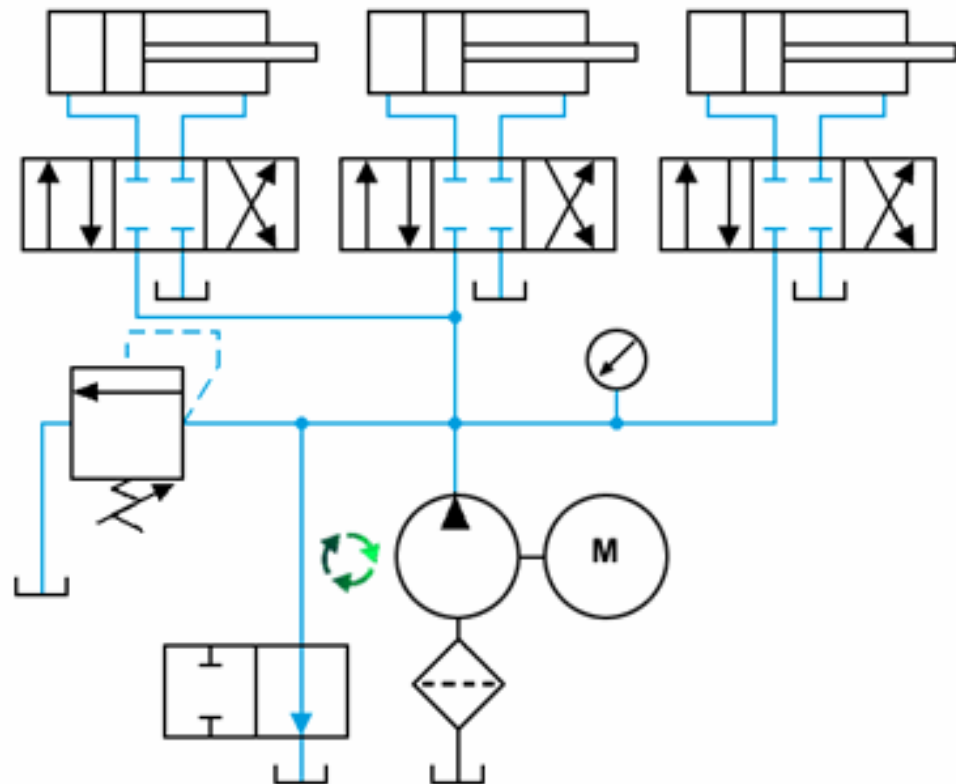
Khi con trượt ở vị trí giữa, pitton sẽ dừng lại và cố định ở vị trí đang làm việc

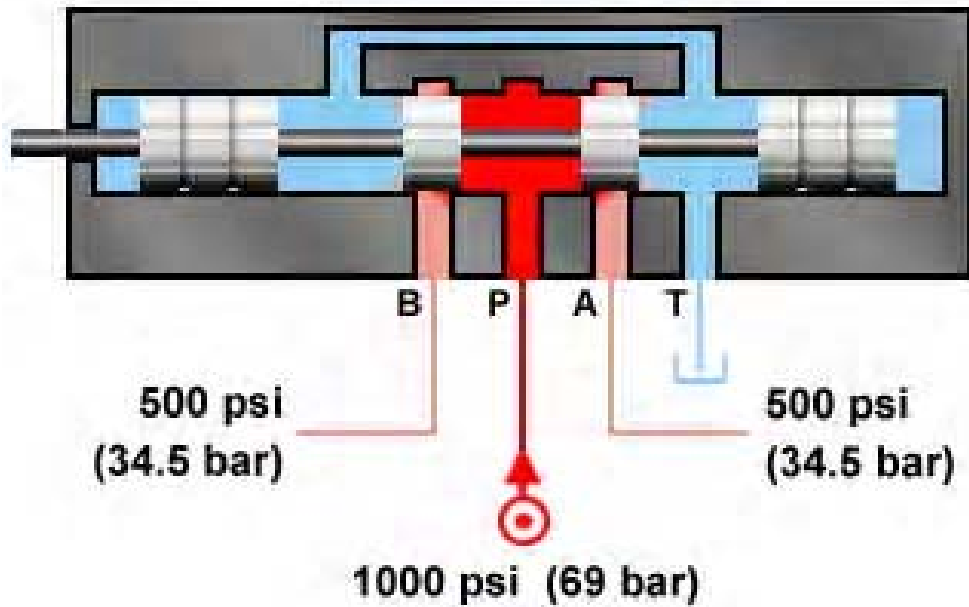


Với sơ đồ trên, 3 xilanh – pitton có thể hoạt động độc lập từ cùng một nguồn cấp.

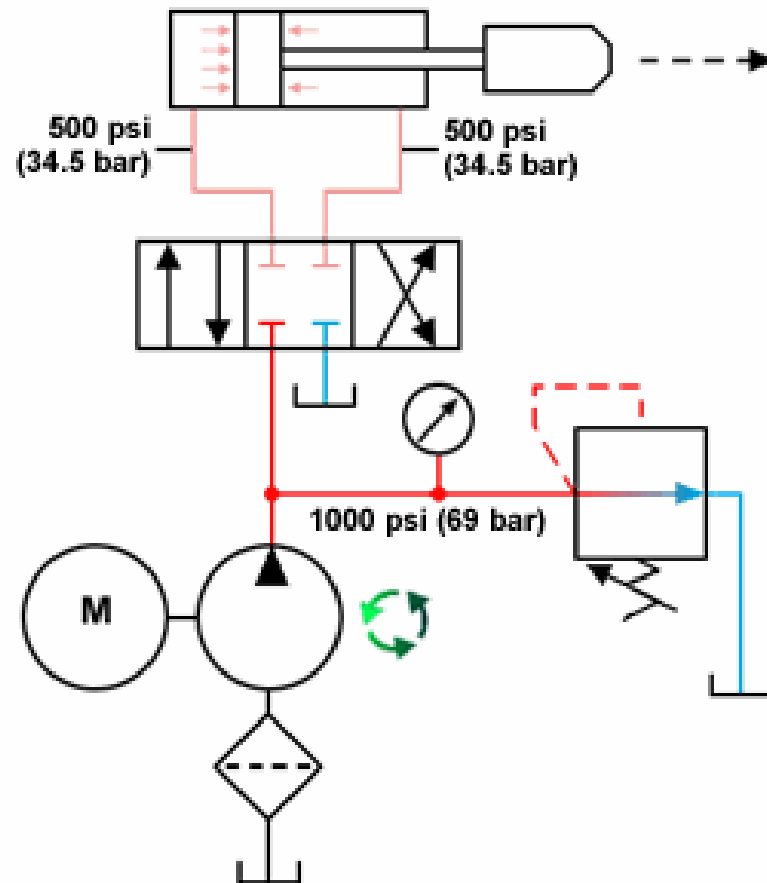
Khi cả van ở vị trí giữa → dầu sẽ qua van tràn về bể  
→ nguyên nhân làm tăng nhiệt độ dầu

Để giảm sự tăng nhiệt độ dầu, người ta lắp thêm van thường mở 2/2 ở cửa ra (như hình vẽ)

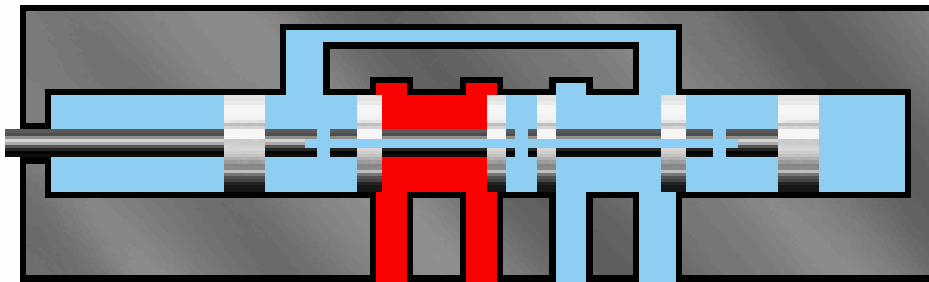
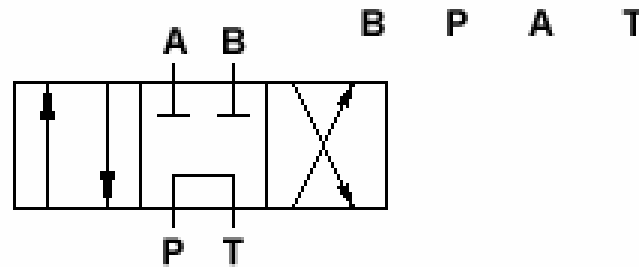
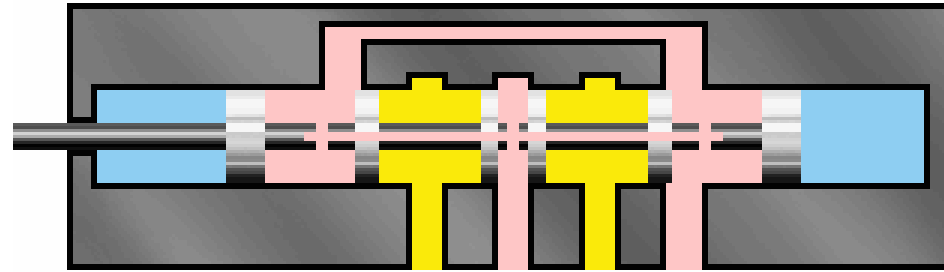




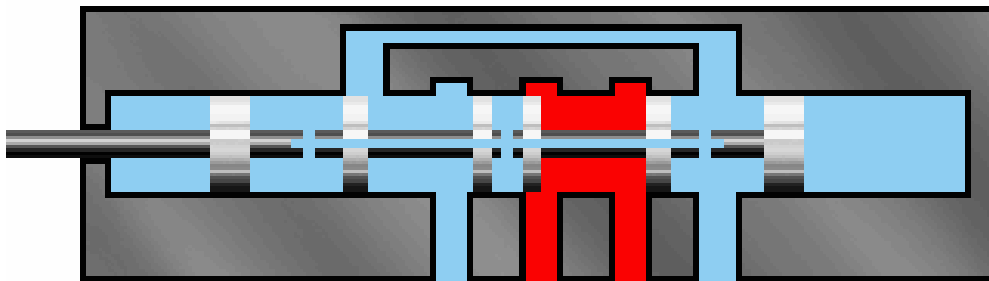
Tuy nhiên, ở vị trí trung gian này, dầu có thể bị dò rỉ từ cửa P → A,B. Đây là nguyên nhân làm cho pitton sẽ dịch chuyển khỏi vị trí đó (hình vẽ)

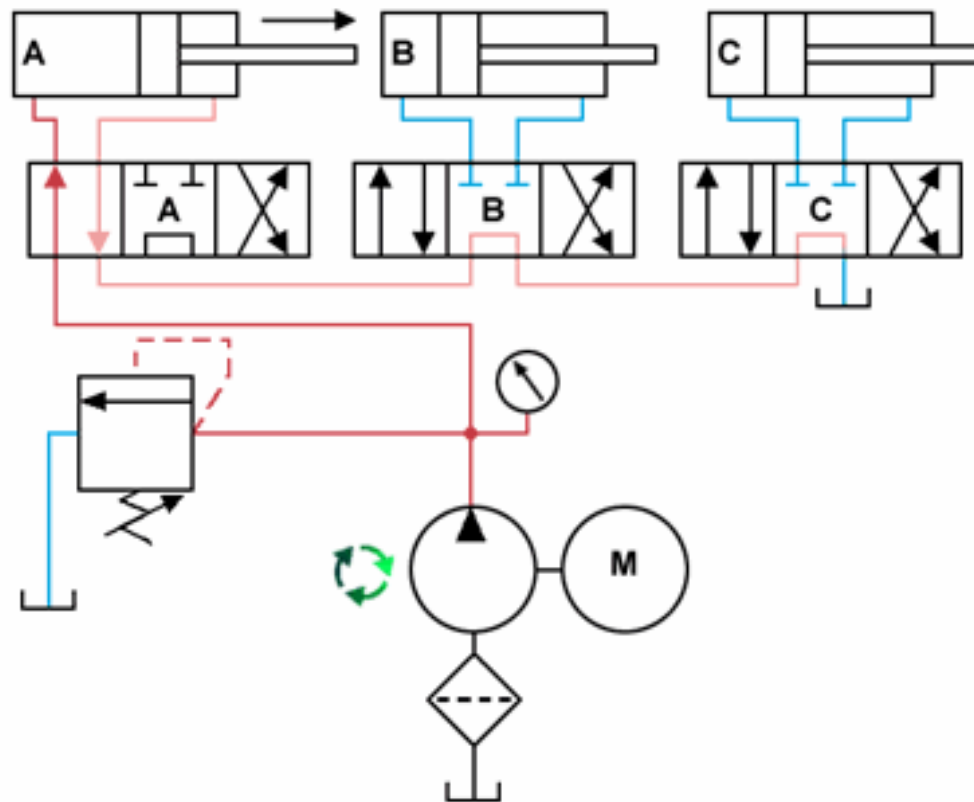
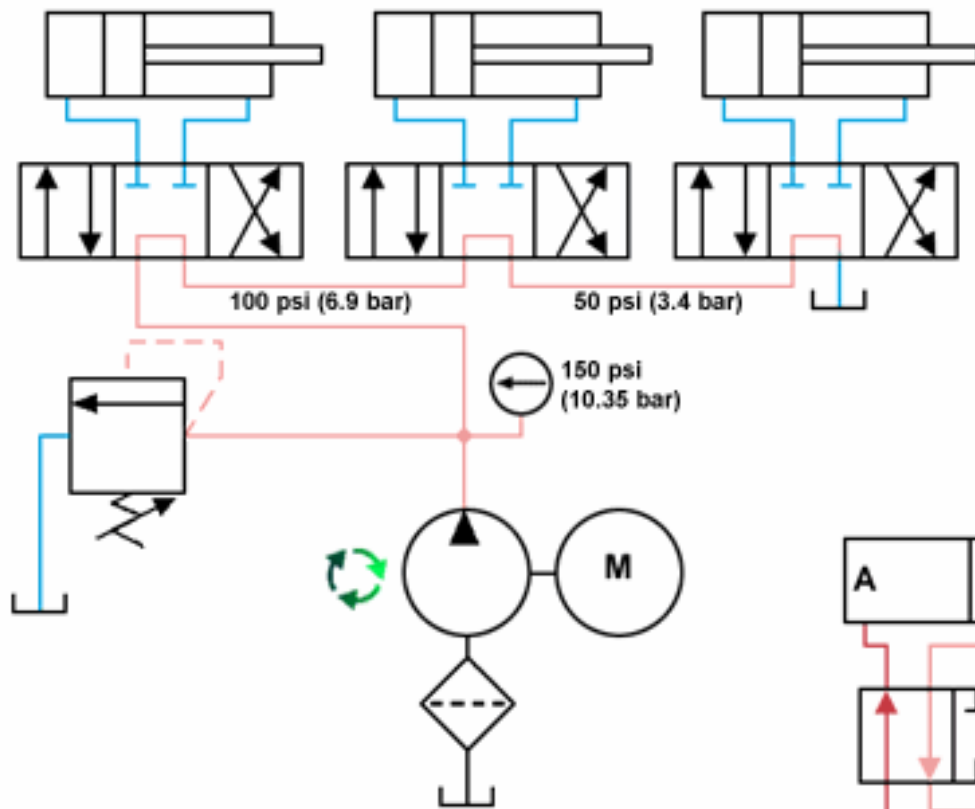


The 4/3 Tandem center valve



ở vị trí giữa, dầu qua van (từ cửa P → T) về bể





Với sơ đồ này, 1 cửa T nối với các cửa P khác nhau khi các van ở vị trí giữa.

Với sự sắp xếp này → các cặp pitton – xi lanh có thể hoạt động riêng lẻ hoặc cùng nhau

## Van séc vô

(Van tỷ lệ)

Ta biết:  $Q = CA_x \sqrt{\Delta p}$

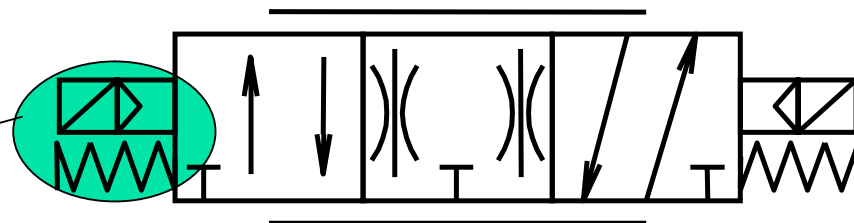
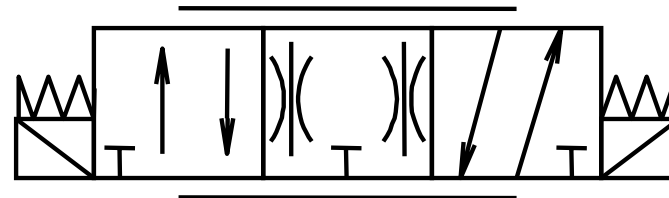
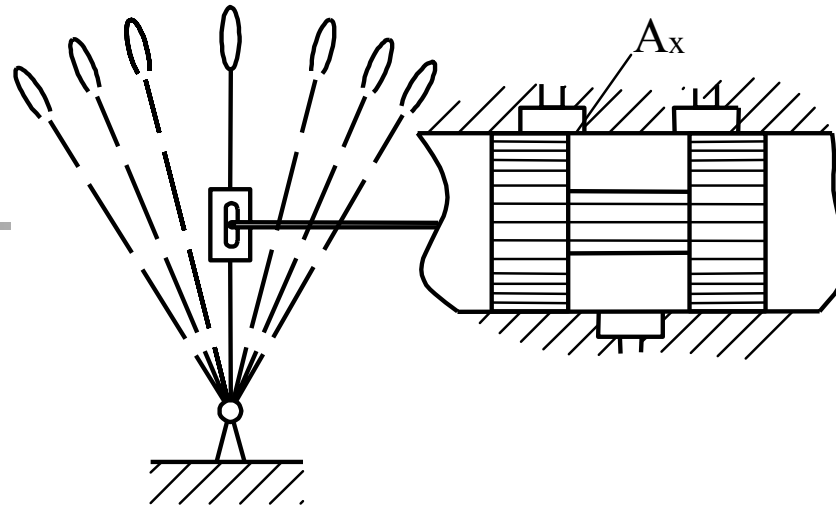
→ Khi  $A_x$  thay đổi →  $Q$  thay đổi (thay cho van tiết lưu)

→ Van séc vô = van tiết lưu + van chỉnh hướng

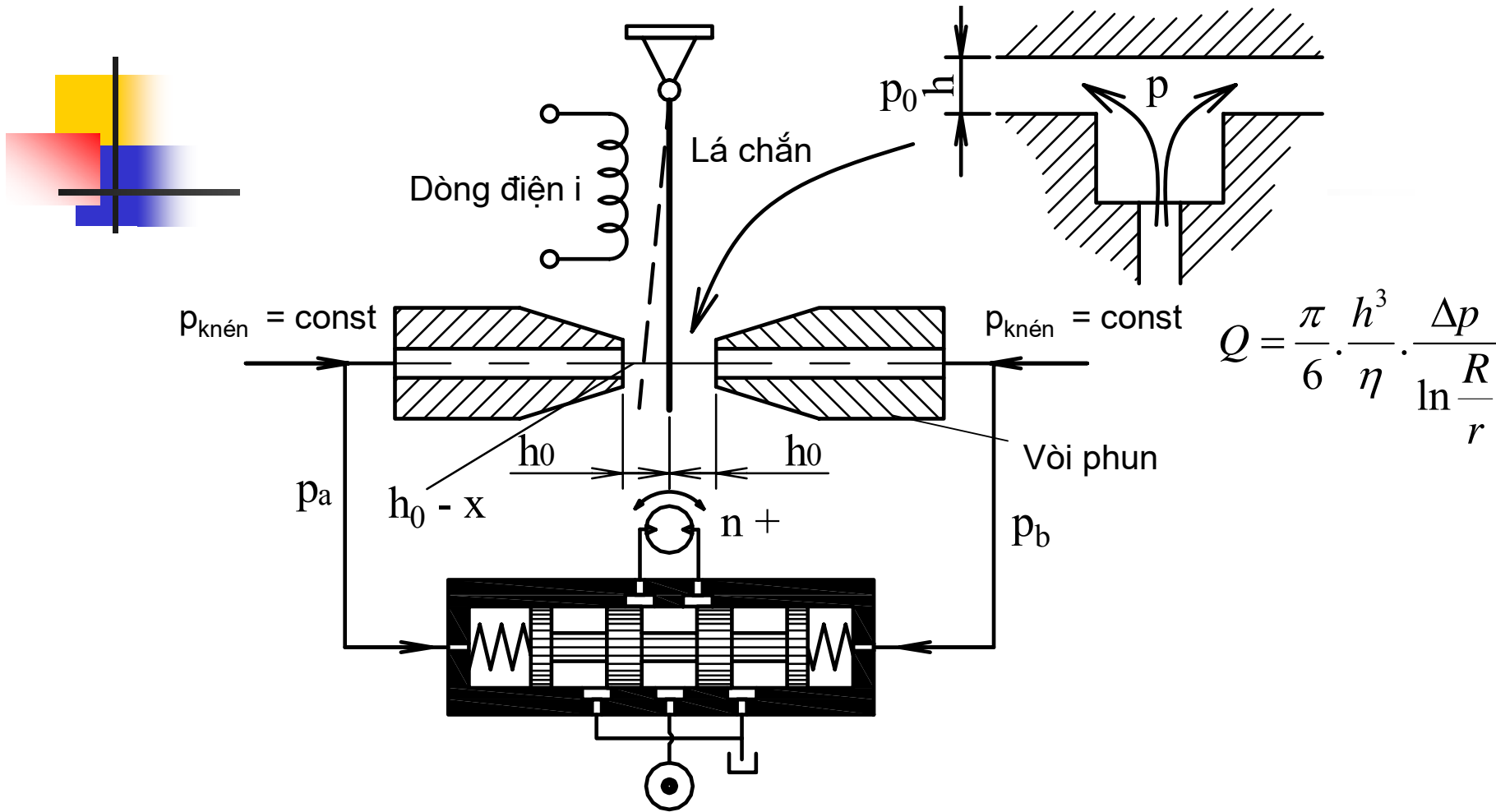
Ví dụ: van điều khiển điện – khí – thủy lực (van séc vô 5/3)

Điện từ đk khí nén, khí nén đk van

Gạt vô vấp



van điều khiển điện – khí – thủy lực



Dòng điện  $i = 0$  (chưa có th vào)  $p_a = p_b$  92 bên fun như nhau), coi như không quay,  $n = 0$

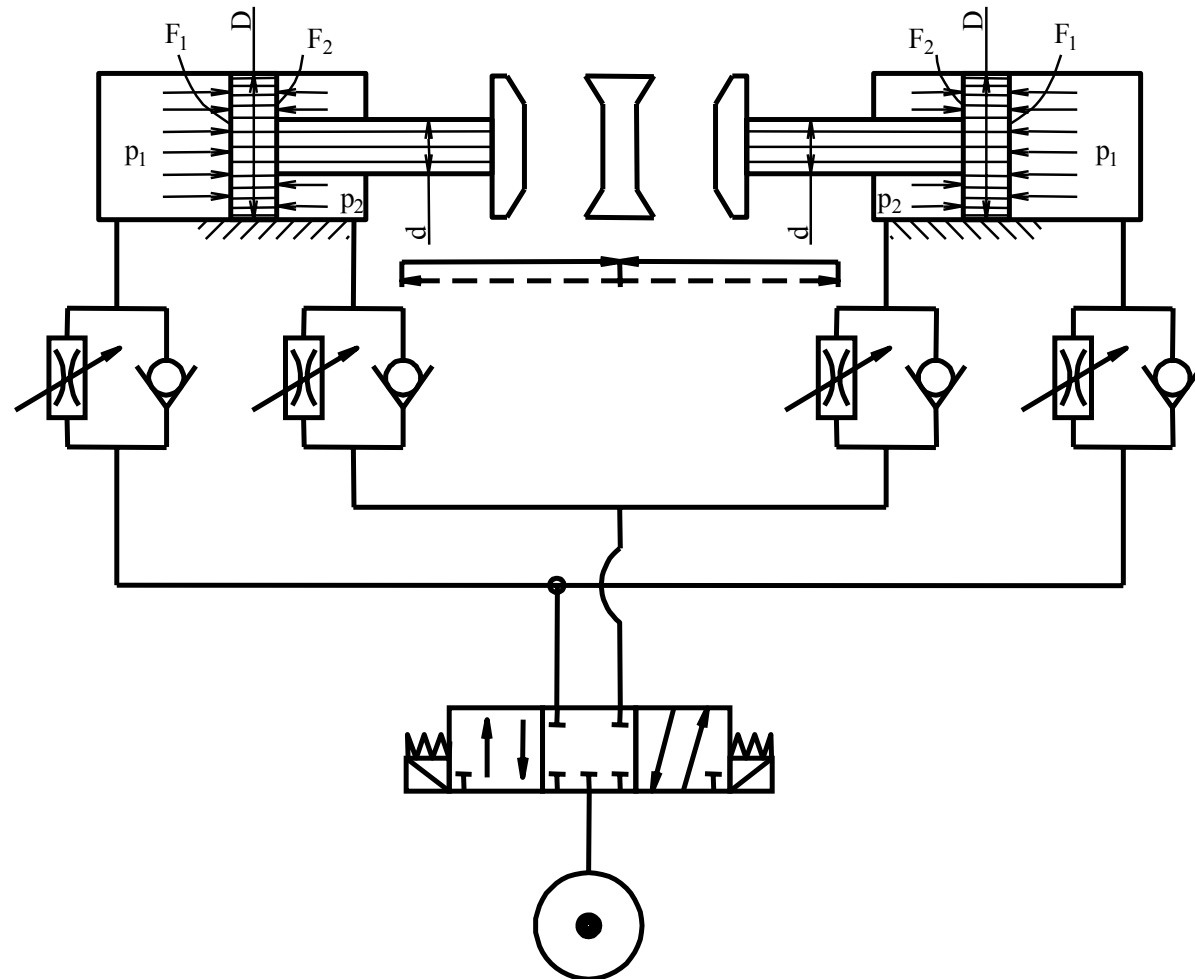
Khi  $i \neq 0 \rightarrow p_a \neq p_b$  và  $n \neq 0$  (dòng  $i$  quyết định khe hở trên van)

## Ví dụ:

Xây dựng sơ đồ HTTL máy ép song động ngang (2 xi lanh đối nhau).

Trong sơ đồ sử dụng bộ ổn tốc trên đường dầu ra.

Khi cho các thông số  $\rightarrow$  tính chọn được các bơm, công suất đơ, tính van an toàn, ...







# CHƯƠNG IV

## ĐIỀU CHỈNH VÀ ỔN ĐỊNH VẬN TỐC

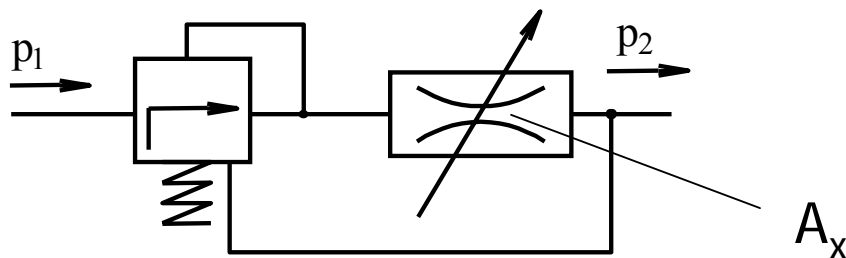
---

- I) Điều chỉnh bằng tiết lưu
- II) Điều chỉnh bằng thể tích

- Điều chỉnh vận tốc quay hoặc thẳng của CCCH bằng việc thay đổi lưu lượng qua nó:
  - Thay đổi sức cản trên đường dẫn dầu bằng van tiết lưu → điều chỉnh bằng tiết lưu.
  - Thay đổi chế độ làm việc của bơm dầu → điều chỉnh lưu lượng của bơm → điều chỉnh bằng thể tích
- Mục đích:  $Q = \text{const}$        $\rightarrow V = \frac{Q}{F}$ ;       $n_{dc} = \frac{Q}{q_d} = \text{const}$

## l) Điều chỉnh bằng tiết lưu

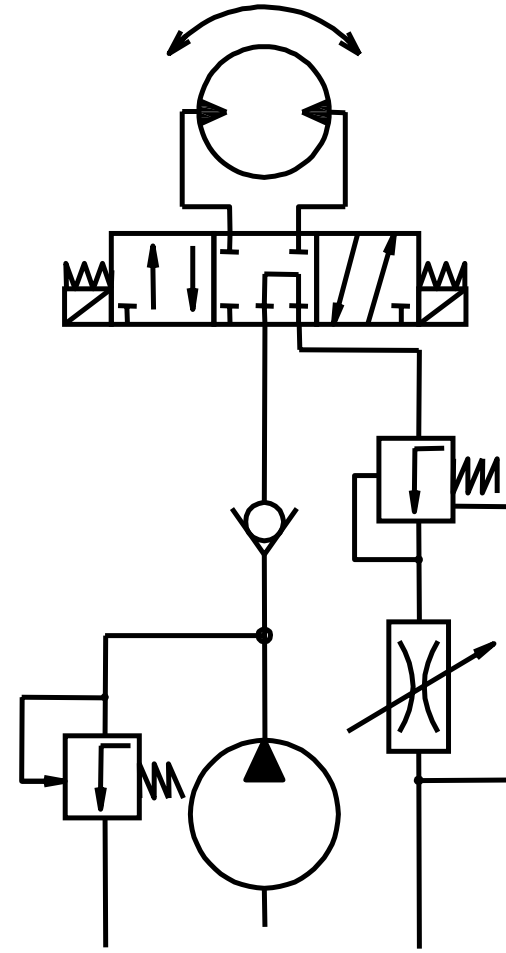
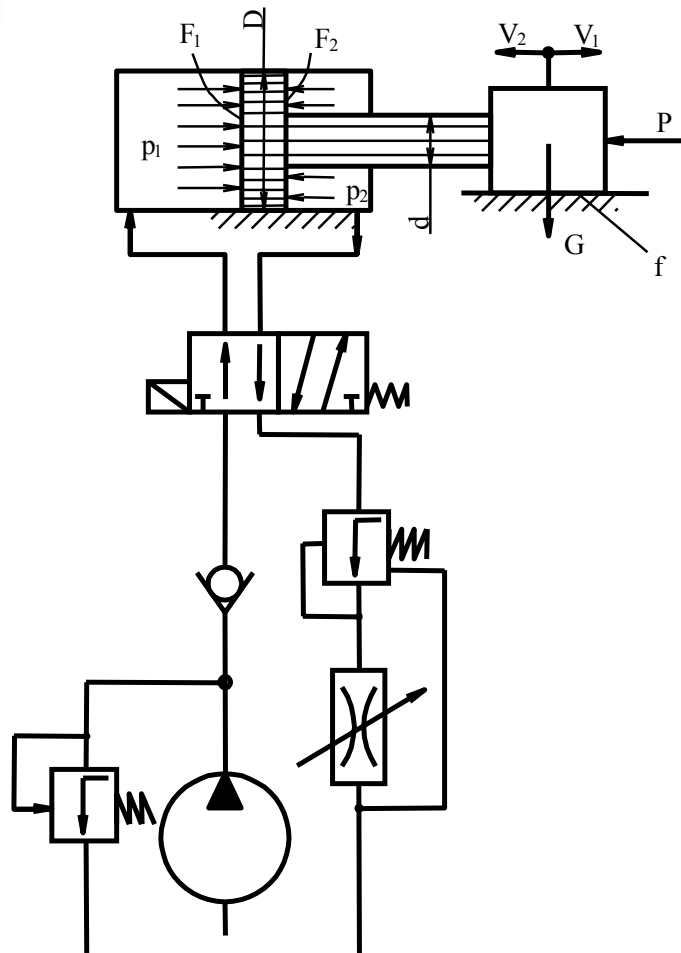
- Bơm có  $Q$  không đổi  $\rightarrow$  thay đổi  $A_x \rightarrow$  thay đổi hiệu áp của dầu  $\rightarrow$  thay đổi lưu lượng dẫn đến CCCH đảm bảo vận tốc CCCH nhất định.
- Tùy thuộc vị trí lắp van tiết lưu:
  - Điều chỉnh bằng tiết lưu ở đường vào
  - Điều chỉnh bằng tiết lưu ở đường ra.
- Bộ ổn tốc = van giảm áp + van tiết lưu



$$Q = CA_x \sqrt{\Delta p} = const$$

$\uparrow \downarrow$  tiết diện  $A_x$

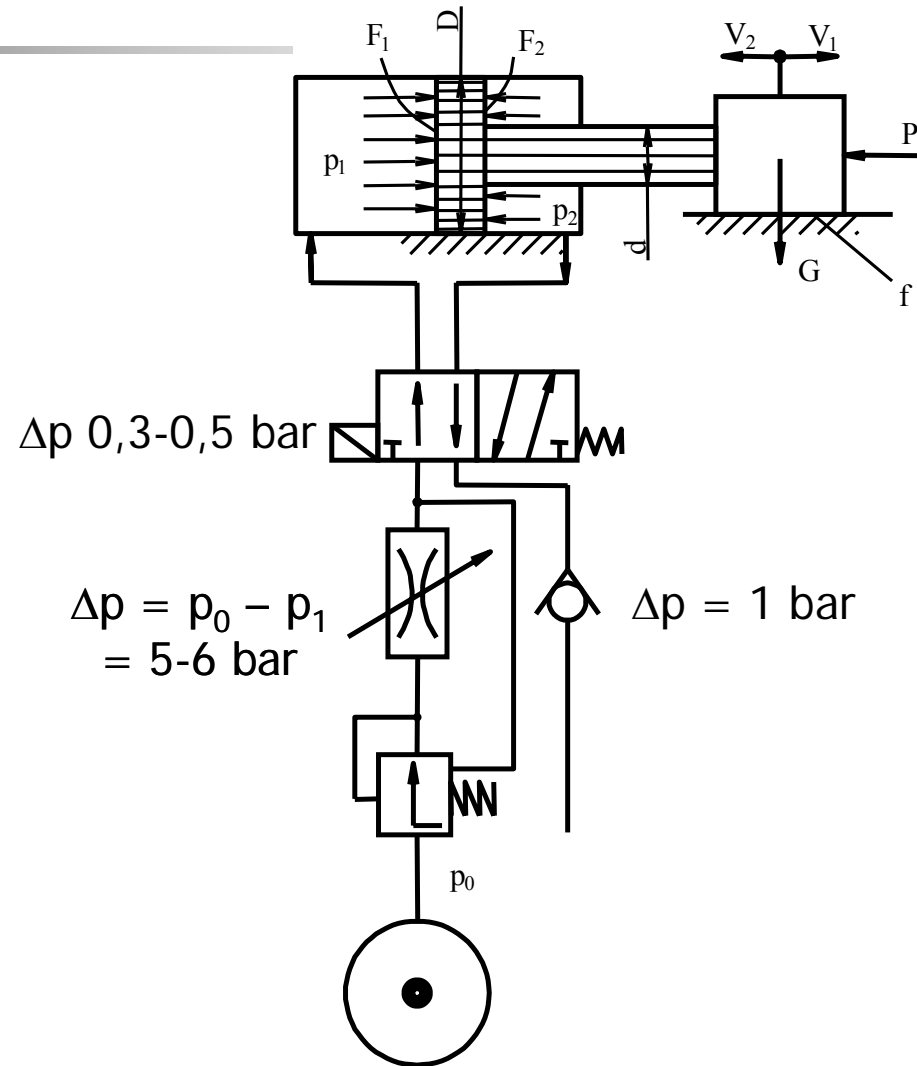
# Điều chỉnh ổn định tốc độ trên đường ra



## Điều chỉnh ổn định tốc độ trên đường vào

Nhận xét: Sơ đồ lắp bộ ổn tốc trên đường dầu ra tốt hơn vì:

- Công nghệ đơn giản
- Dầu chảy về có  $V$  nhỏ, giảm sự tăng  $t^0$
- Không cần van cản trên đường về
- Sử dụng công suất hợp lý hơn (dầu có áp cao được đưa thẳng vào buồng làm việc).





## II) Điều chỉnh bằng thể tích

---

- Giảm được sự tăng nhiệt dầu, tăng hiệu suất
  - Đưa vào HT 1 lưu lượng dầu cần thiết → đảm bảo 1 vận tốc nhất định.
  - Nếu bỏ qua tổn thất thể tích và cơ khí → toàn bộ năng lượng do bơm tạo ra biến thành công có ích.
  - Có thể dùng bơm pitton hoặc cánh gạt có thể thay đổi lưu lượng.
- 
- Sau đây ta xét một sơ đồ điều chỉnh bằng thể tích kết hợp với tiết lưu ở đường dầu vào:

■ Stato có thể dịch chuyển. Rôto cố định

■ Khi dịch chuyển Stato:

$P = k \cdot p_0$  với  $k$  phụ thuộc kết cấu bơm

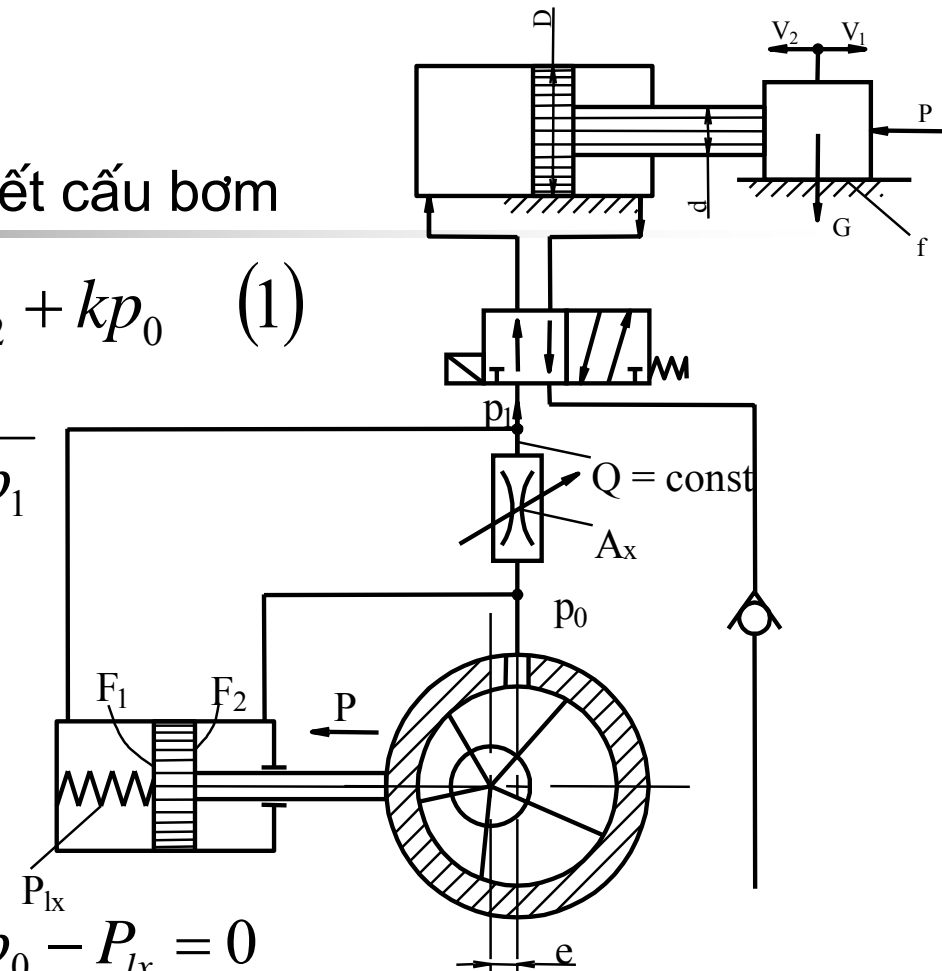
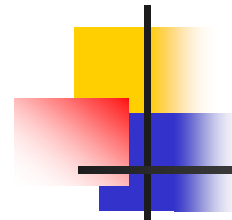
**PTCB:** 
$$p_1 F_1 + P_{lx} = p_0 F_2 + k p_0 \quad (1)$$

$$Q = C A_x \sqrt{\Delta p} = \mu \sqrt{\frac{2g}{\gamma}} \cdot A_x \sqrt{p_0 - p_1}$$

$$\rightarrow p_1 = p_0 - \left( \frac{Q}{C A_x} \right)^2$$

$$(1) \rightarrow p_0 (F_1 - F_2) + F_1 \left( \frac{Q}{C A_x} \right)^2 - k p_0 - P_{lx} = 0$$

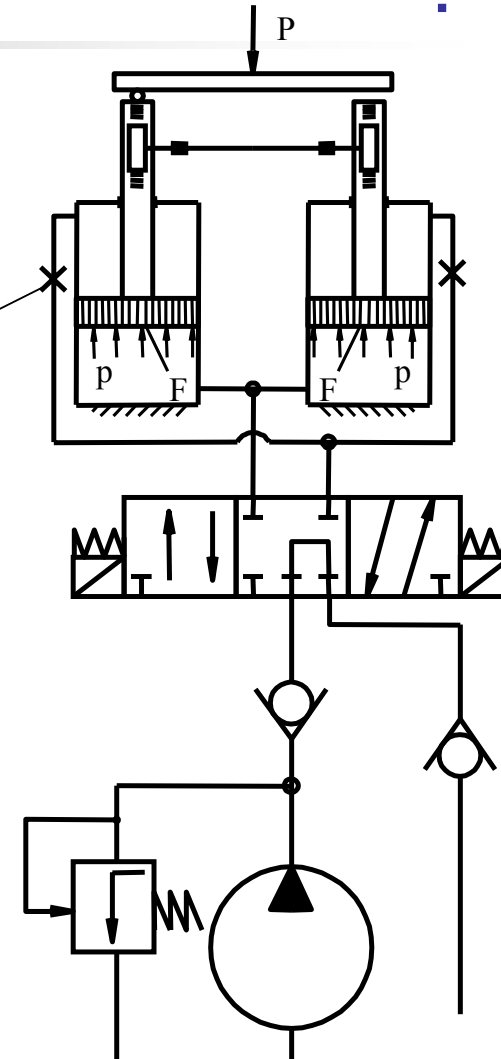
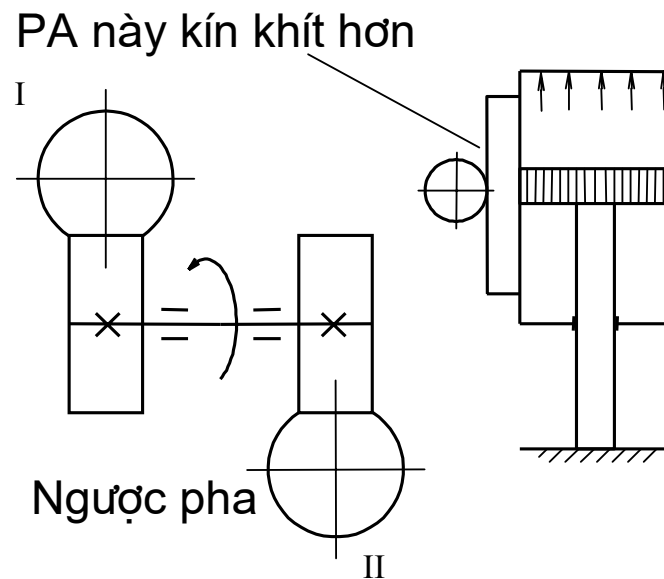
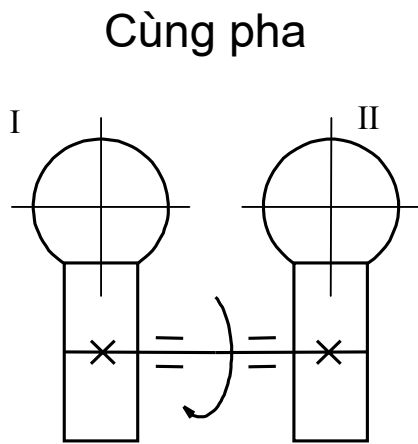
Nếu chọn  $(F_1 - F_2) = k \rightarrow Q = C A_x \sqrt{\frac{P_{lx}}{F_1}}$     Nếu  $P_{lx} = \text{const} \rightarrow Q = \text{const}$



# CHƯƠNG V ĐỒNG BỘ LÀM VIỆC CỦA NHIỀU CƠ CẤU CHẤP HÀNH THỦY LỰC

- Đồng bộ:
  - Cùng pha (cùng vào, cùng ra)
  - Ngược pha cần dầu vào đây (do có G)

## 1. Đồng bộ bằng cơ khí

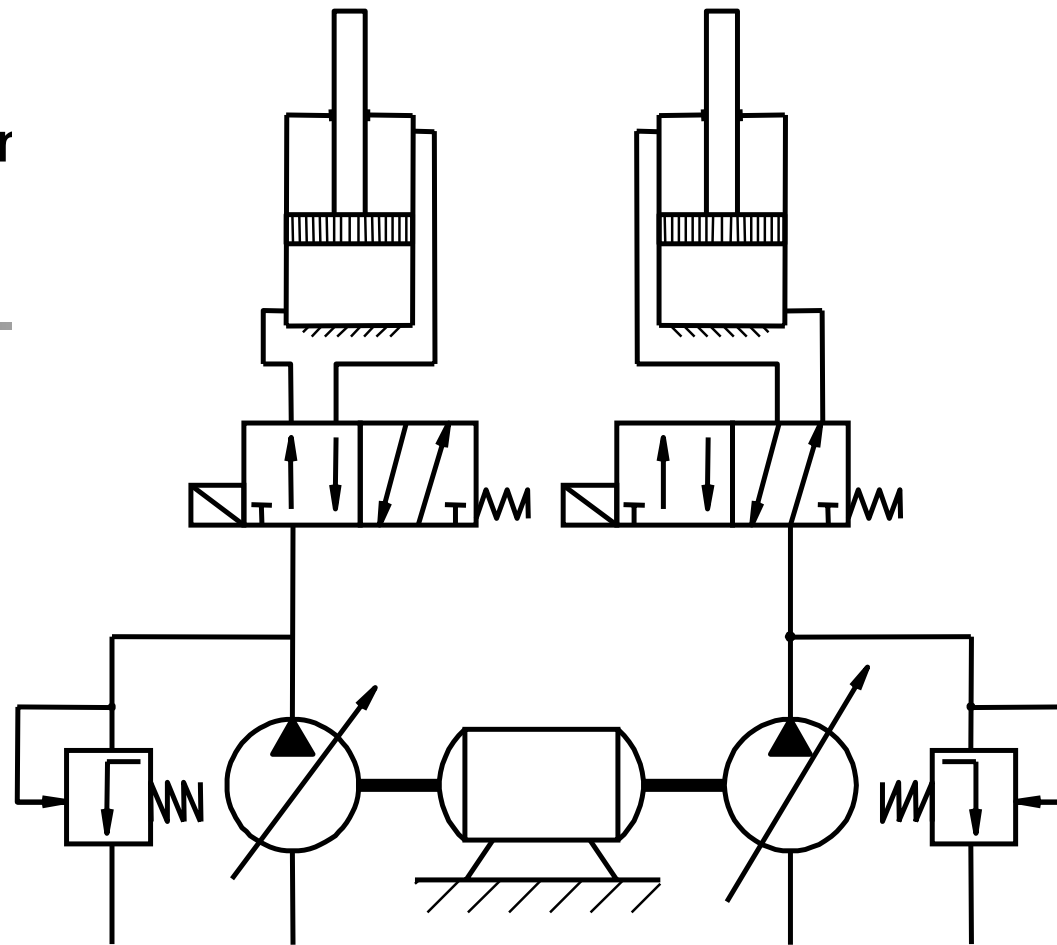
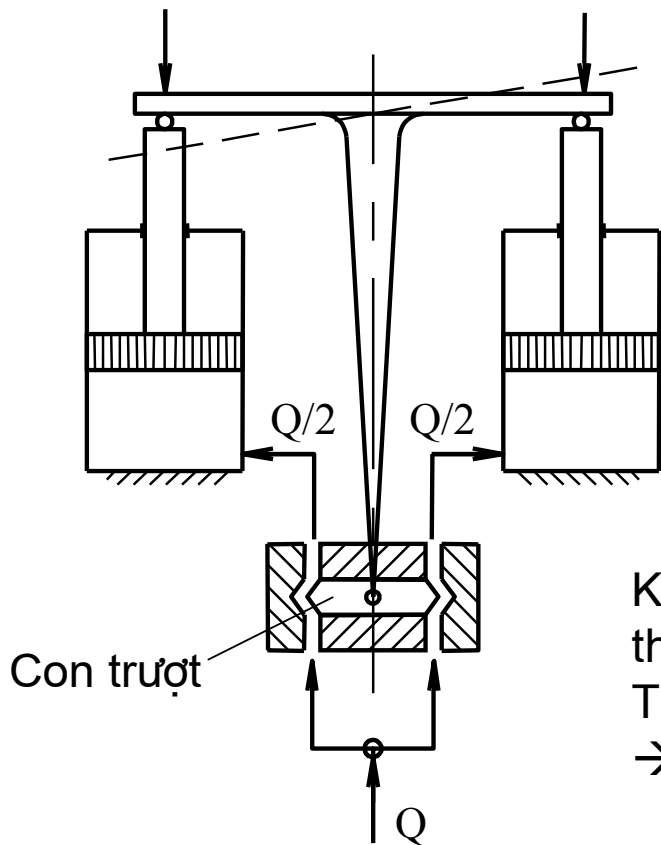






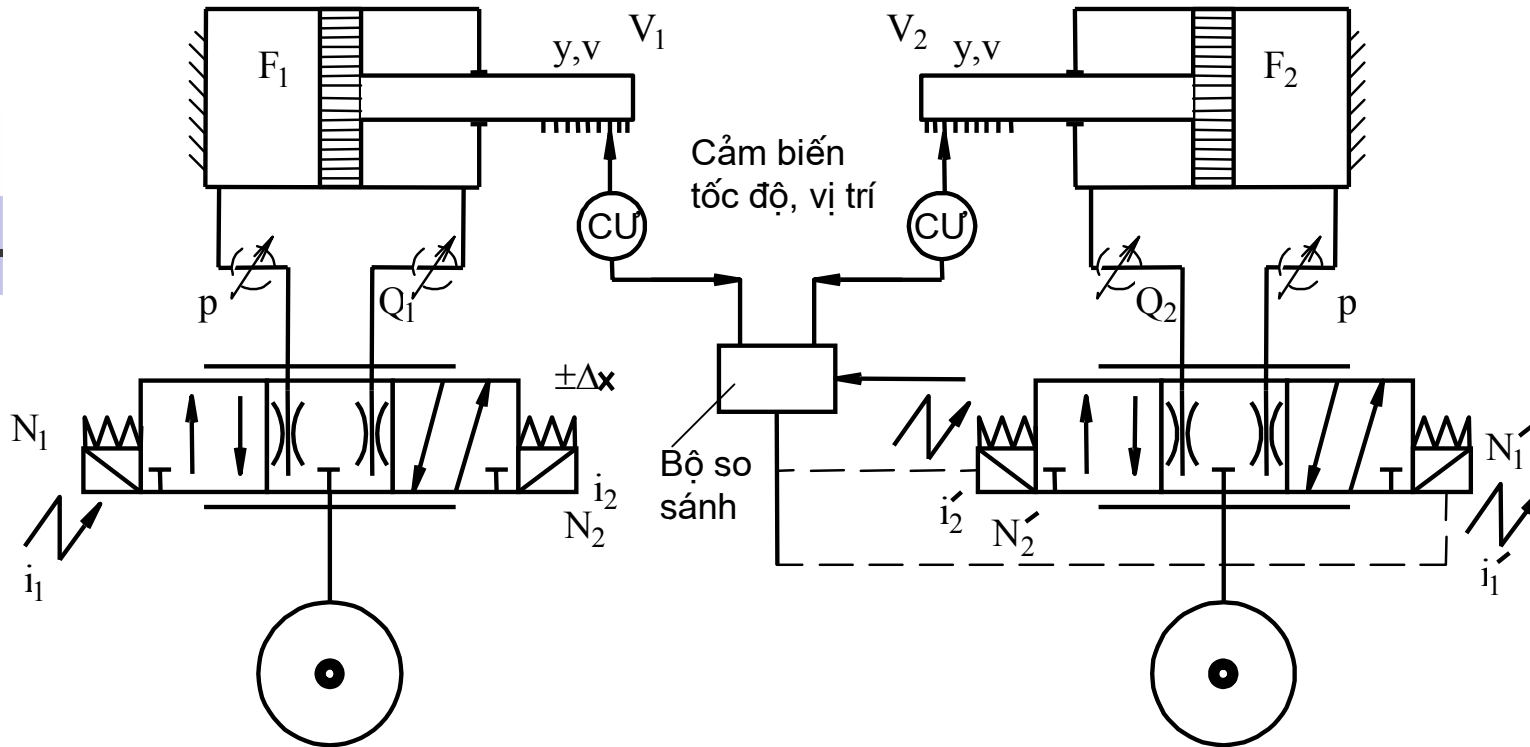
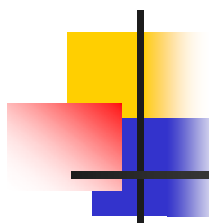
# Điều chỉnh bằng bơ

## Liên hệ ngược CK



Khi tải lệch  $\rightarrow$  con trượt sẽ trượt  $\rightarrow$  đchỉnh khe hở  $\rightarrow$  thay đổi lưu lượng.  
TH không có thanh ở giữa:  $\rightarrow$  càn bàn máy nặng hơn  $\rightarrow$  tạo ra tải trọng giả

# Liên hệ ngược điện



ĐC  $N'_1$  theo  $N_1$  hoặc  $N'_2$  theo  $N_2$

Liên hệ ngược điện: van séc vô + liên hệ ngược → cơ cấu séc vô

$$V_1 = \frac{Q}{F_1} = V_2 = \frac{Q}{F_2} \quad \text{ĐC để } V_1 = V_2 - \text{đo tốc độ qua } Q$$

Lý tưởng:  $F_1 = F_2 \rightarrow$  cùng lưu lượng  $Q$

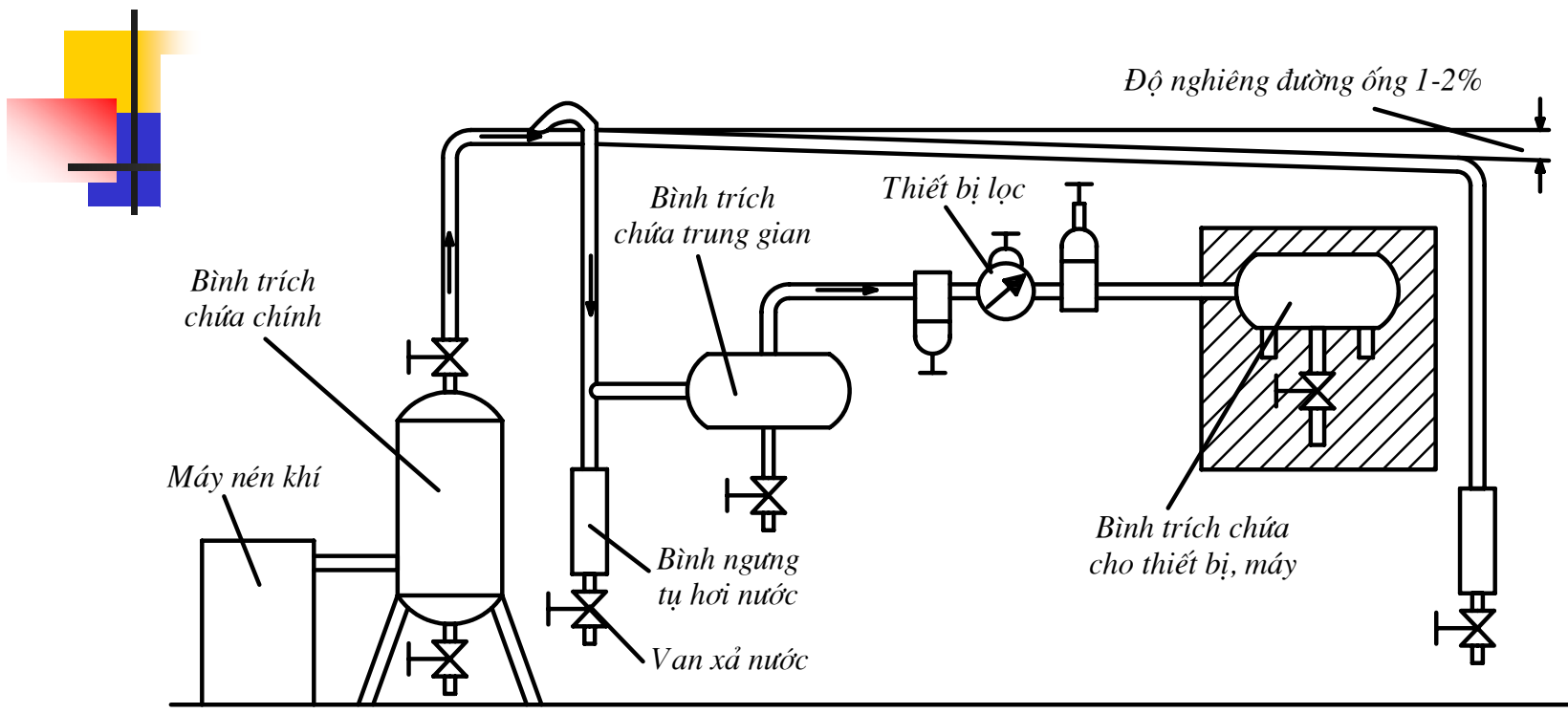
$F_1 \neq F_2 \rightarrow$  không cùng  $Q \rightarrow$  đchỉnh 2  $Q$  rất khó



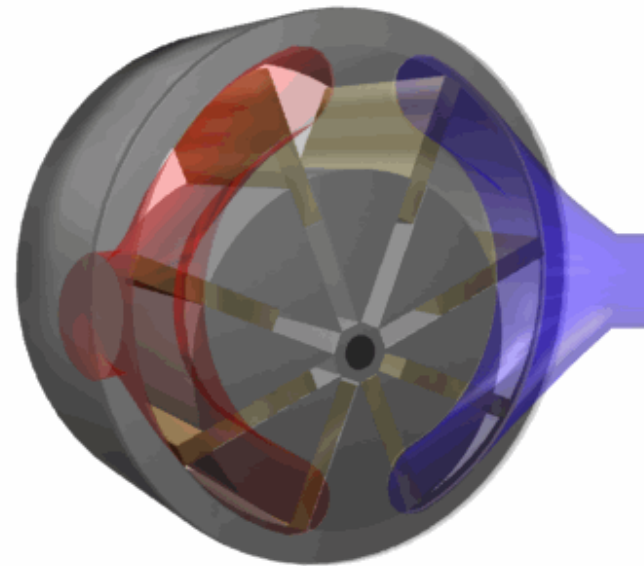
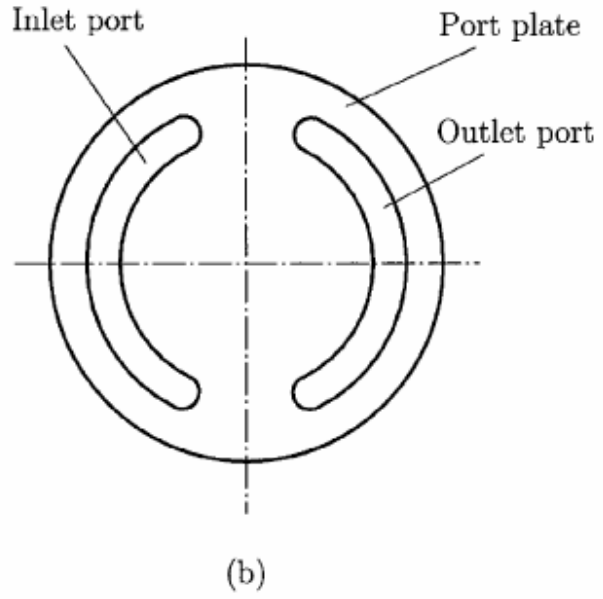
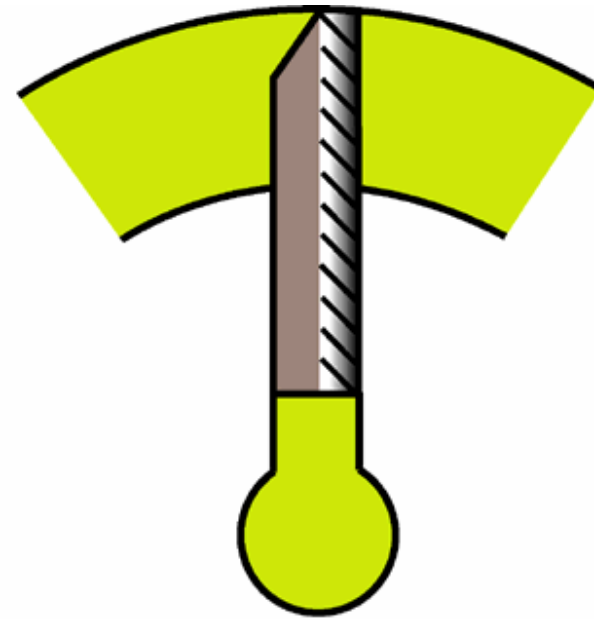
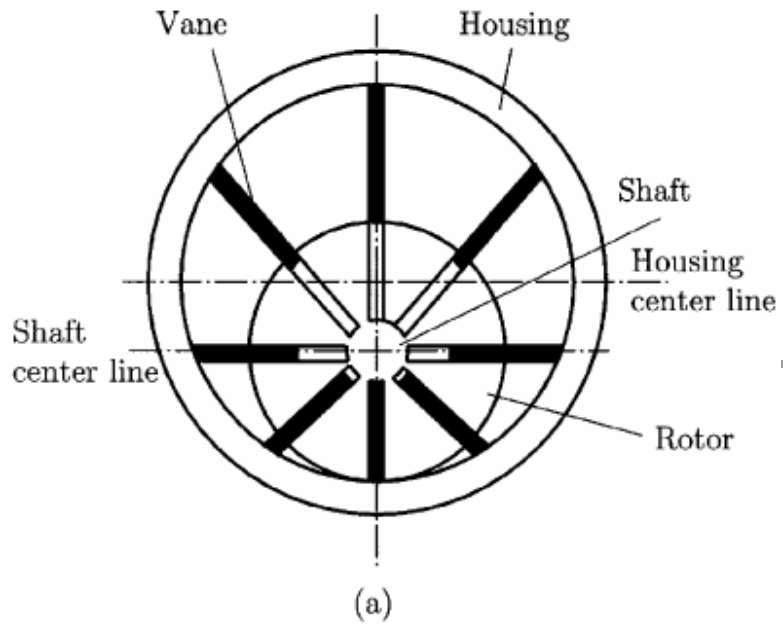
# CHƯƠNG VI

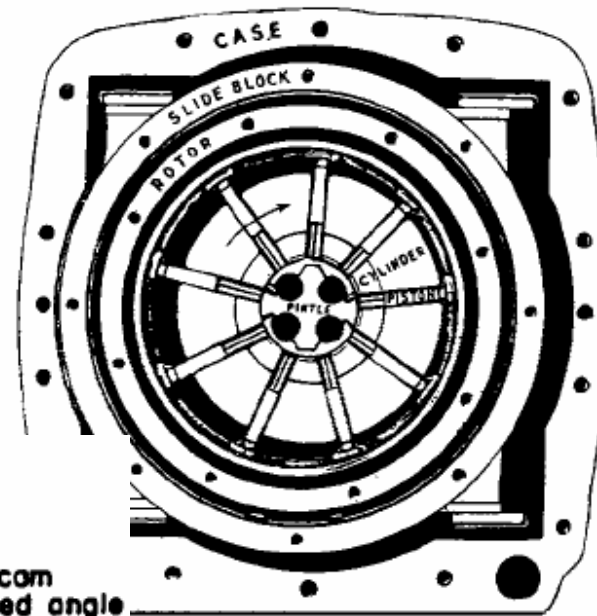
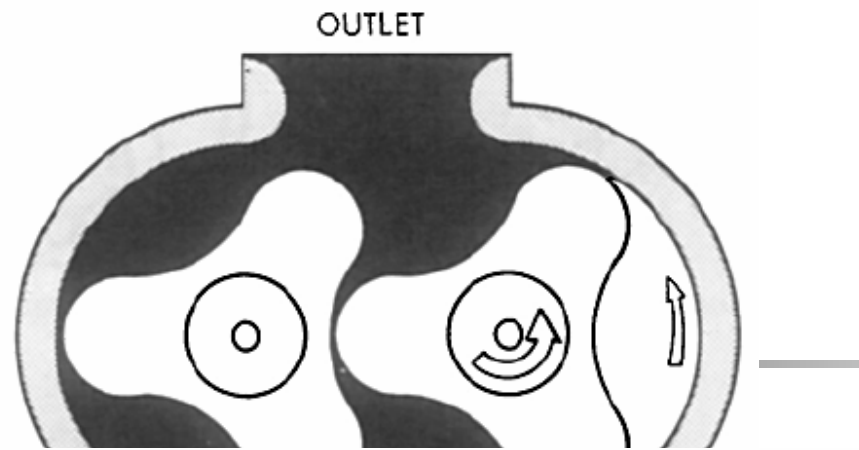
## CÁC PHẦN TỬ CƠ BẢN TRONG ĐIỀU KHIỂN BẰNG KHÍ NÉN

- Hệ thống thiết bị phân phối khí nén có nhiệm vụ chuyển không khí nén từ máy nén khí đến khâu cuối cùng để sử dụng: động cơ khí nén, máy ép dùng không khí nén, máy nâng dùng không khí nén, máy rung dùng không khí nén, dụng cụ cầm tay dùng không khí nén và hệ thống điều khiển bằng không khí nén (cơ cấu chấp hành, các phần tử điều khiển...).
- Truyền tải không khí nén được thực hiện bằng hệ thống ống dẫn khí nén, cần phân biệt ở đây mạng đường ống được lắp ráp cố định (như trong nhà máy) và mạng đường ống lắp ráp trong từng thiết bị, trong từng máy



Hệ thống thiết bị phân phối khí nén

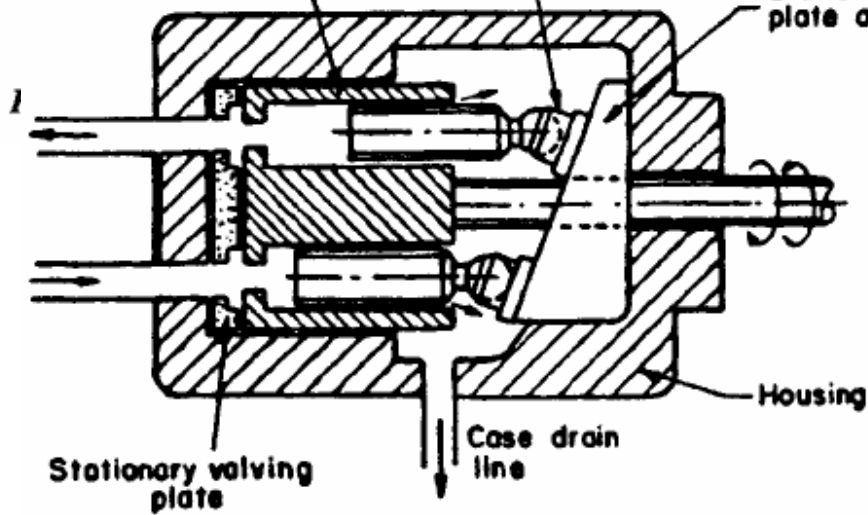




Rotating cylinder barrel  
and drive shaft

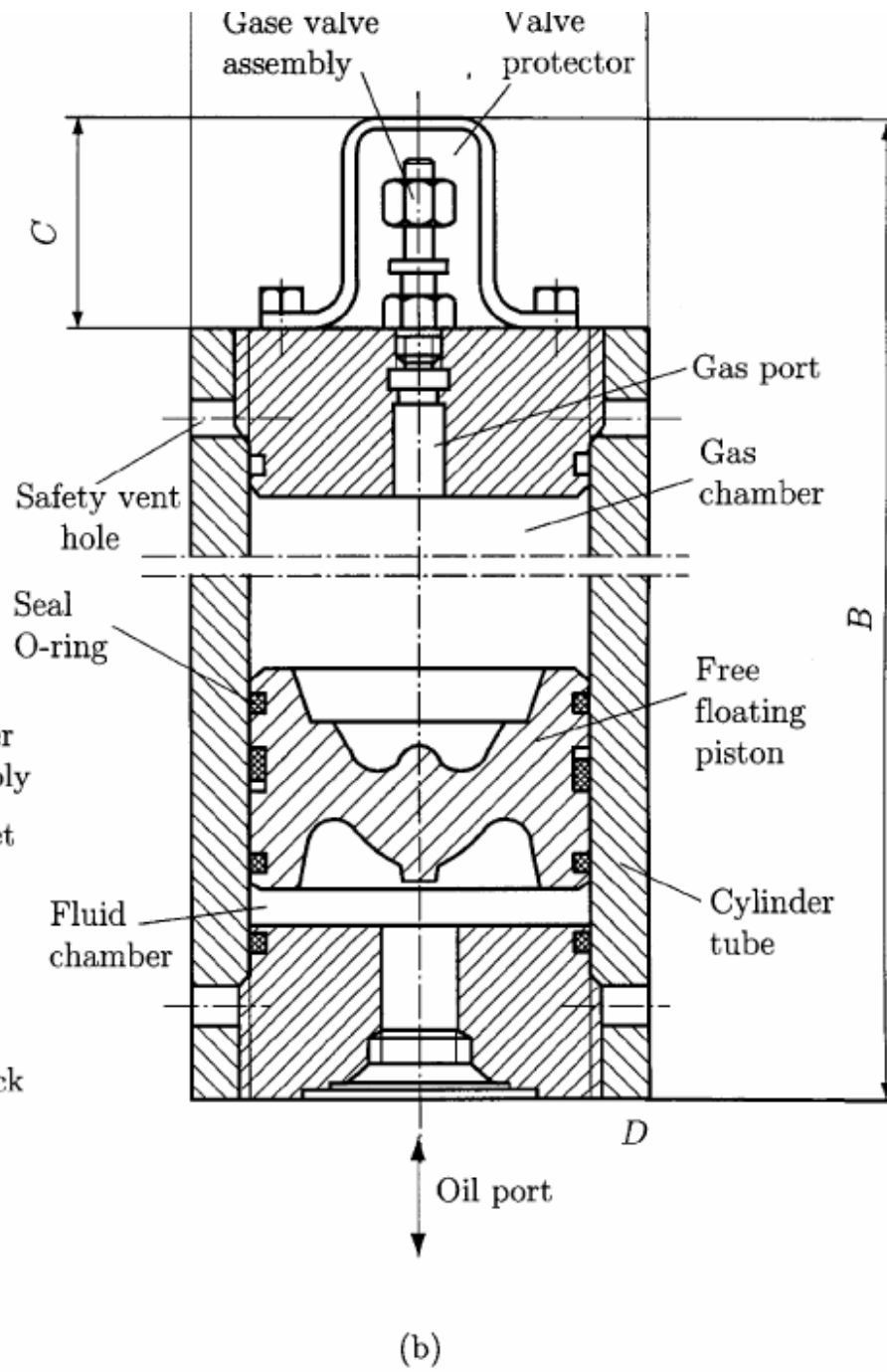
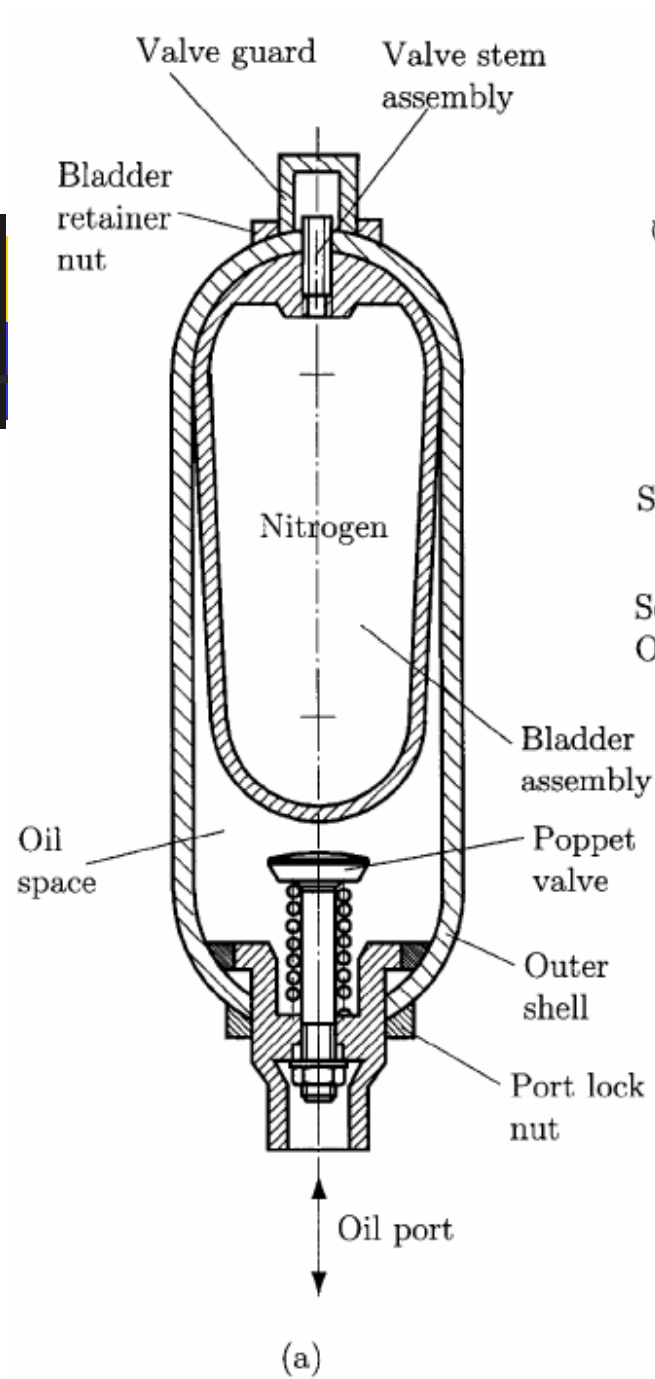
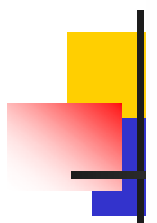
Piston shoes  
slide on plate

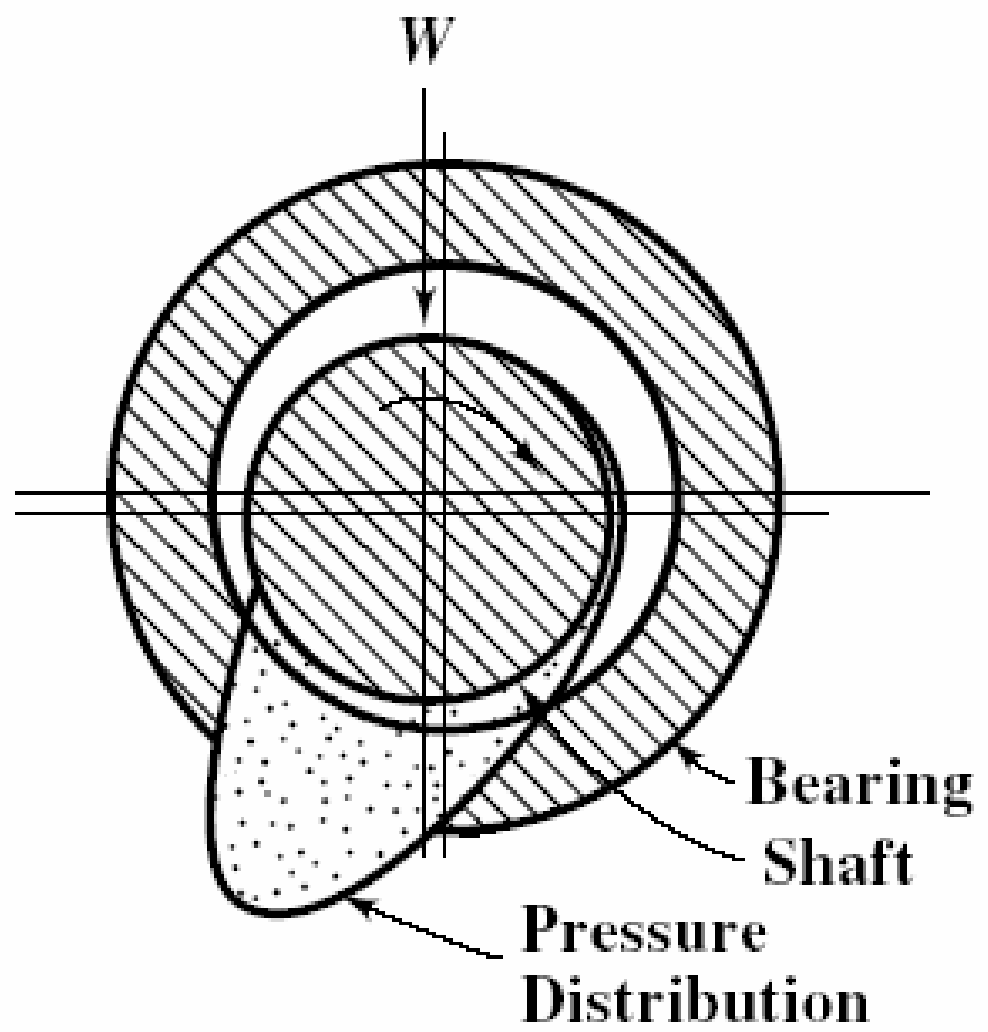
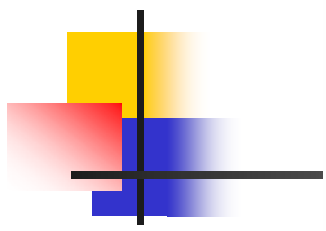
Stationary cam  
plate at fixed angle



11 Radial piston pump.

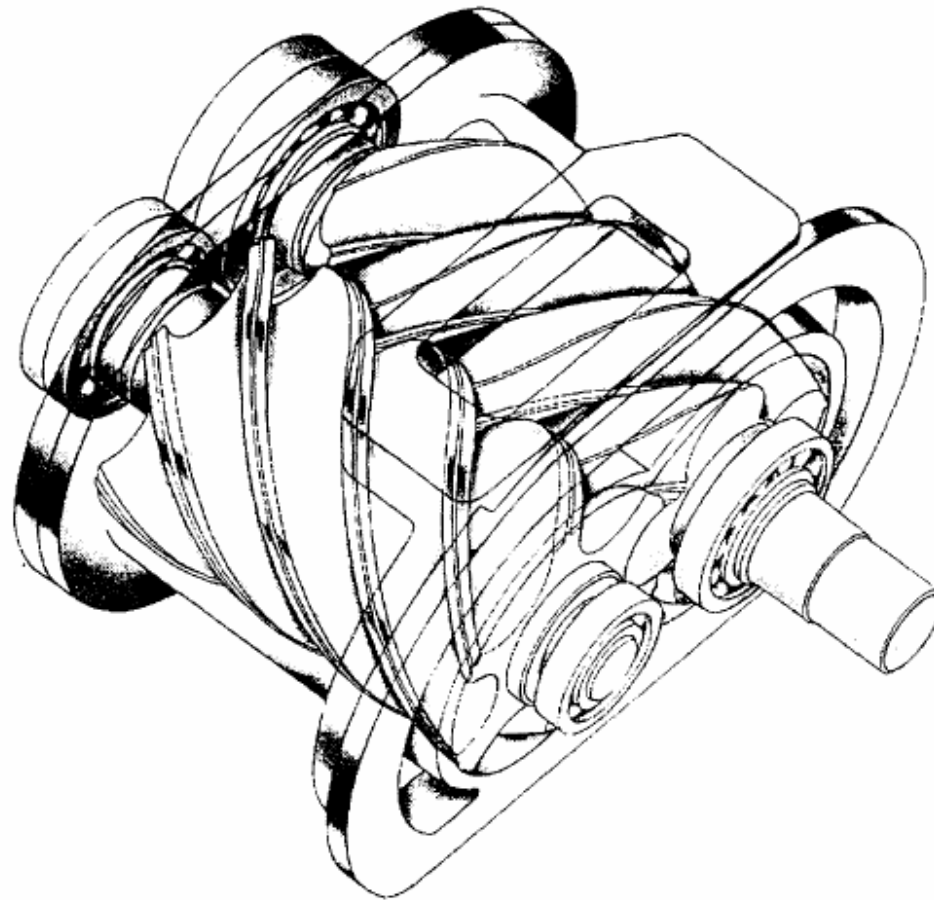
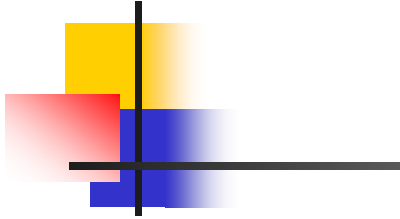
Fig. 60.7 Axial piston pump.



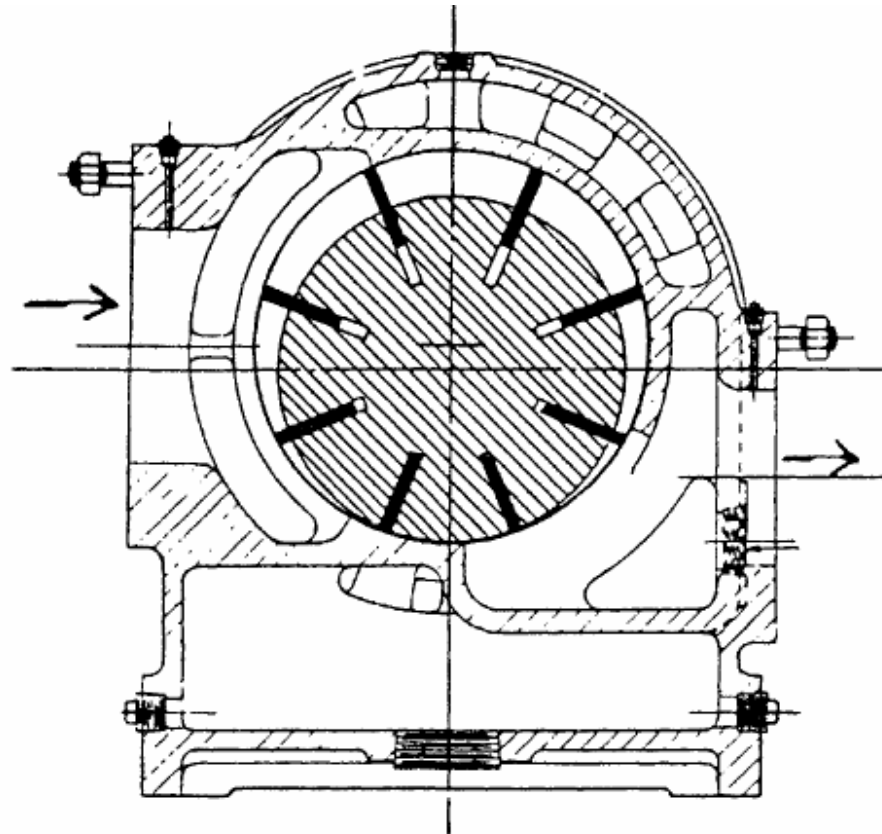
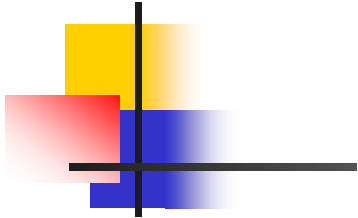


g. 8. Typical pressure profile of journal bearing.





**Fig. 61.5** Rotary, helical-screw compressor, typical single-stage design.<sup>1</sup>



**Fig. 61.8** Cross section of a sliding vane compressor (courtesy of A-C Compressor Corporation, Milwaukee, Wisconsin).<sup>2</sup>

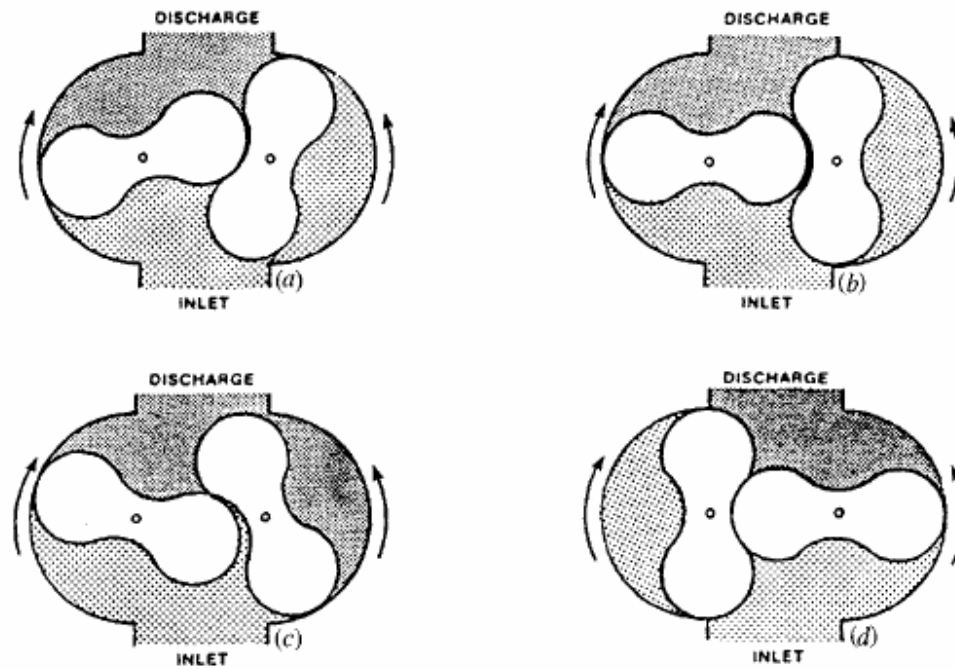
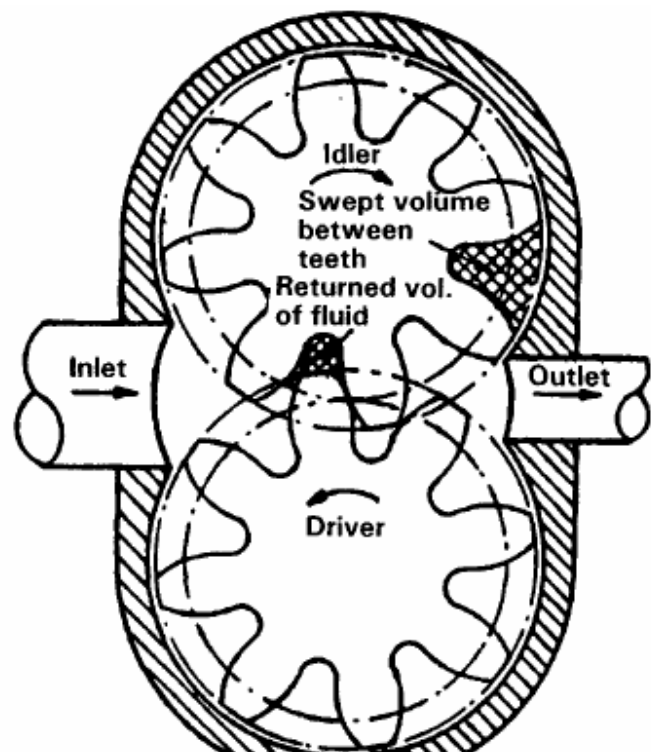
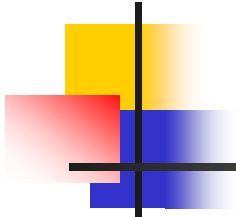
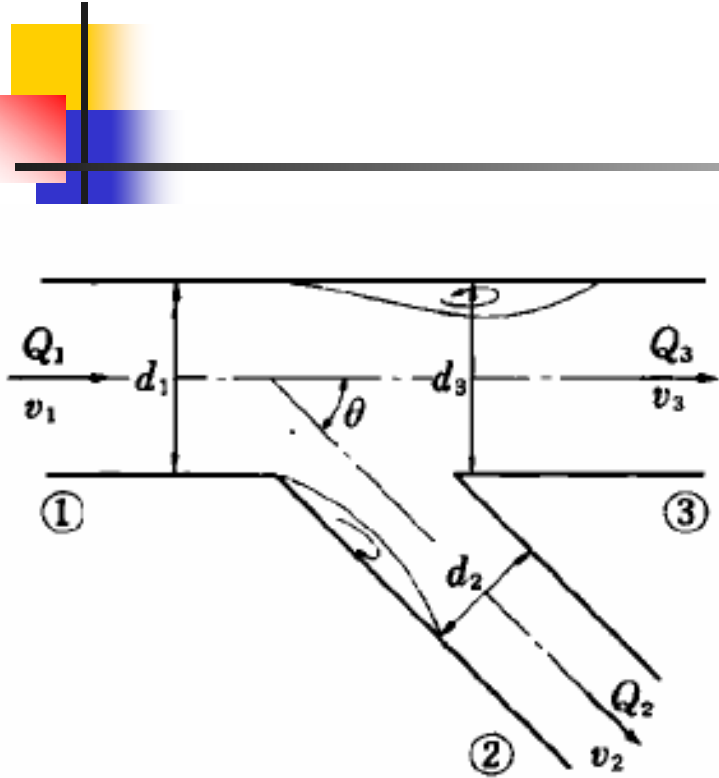
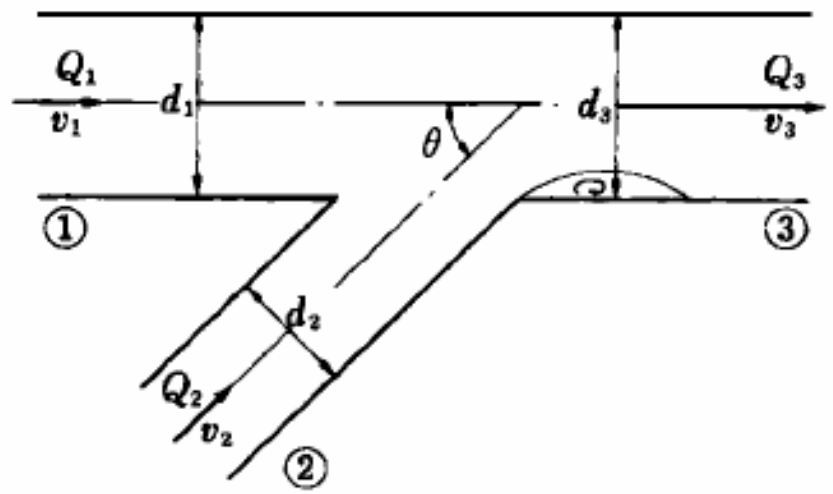


Fig. 61.9 Operating cycle of a straight-lobe rotary compressor (modified; courtesy of Ingersoll-Rand).<sup>2</sup>



**Fig. 7.19** Pipe branch



**Fig. 7.20** Pipe junction