

# Chương 1

## Thiết kế động học máy cắt kim loại

- 1. Lý thuyết về chuỗi số vòng quay và chạy dao trong máy**
- 2. Thiết kế truyền dẫn hộp tốc độ**
- 3. Thiết kế truyền dẫn hộp chạy dao**

# 1. Lý thuyết về chuỗi số vòng quay và lượng chạy Dao

## ■ Phân loại truyền dẫn:

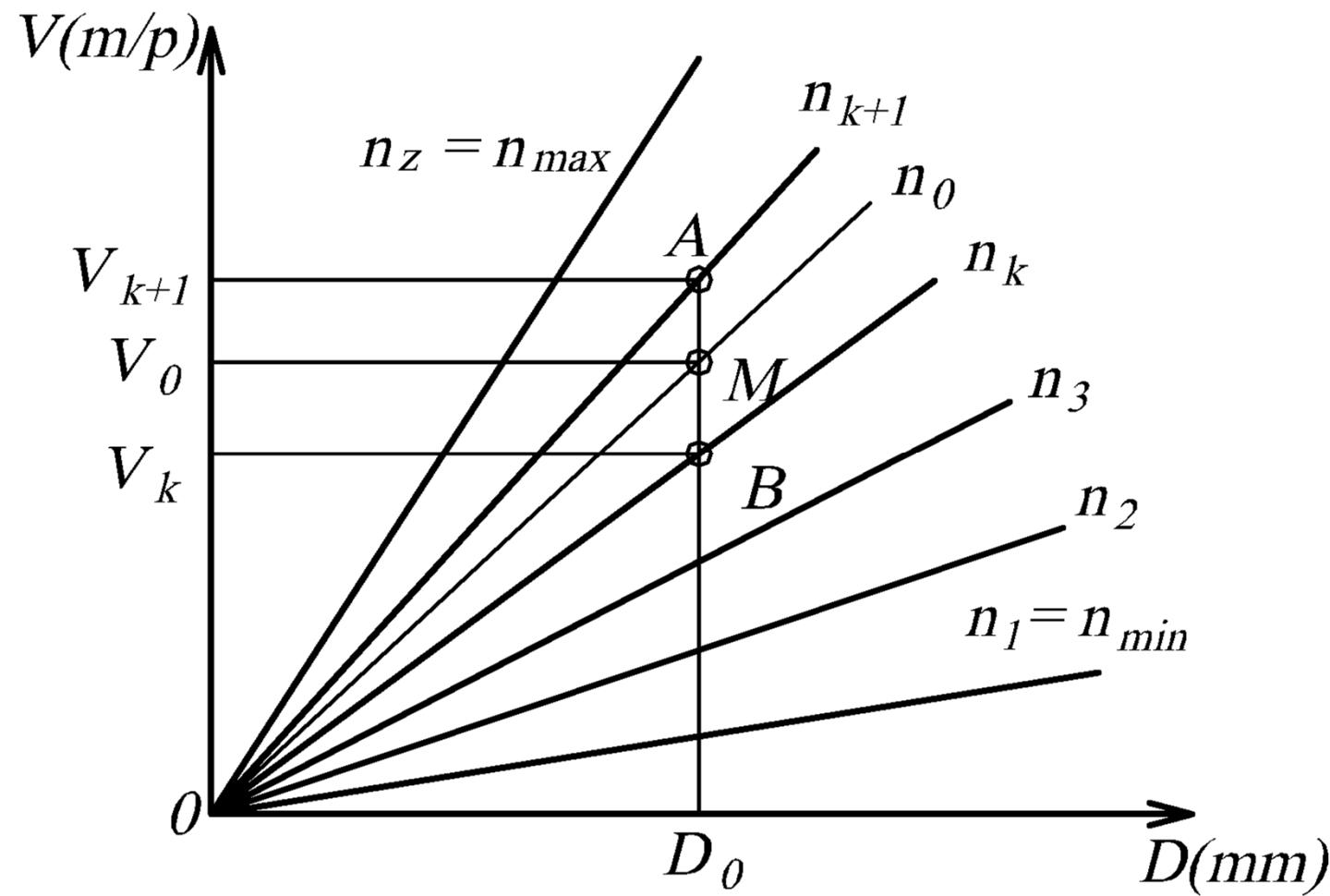
- **Truyền dẫn vô cấp:** Cho trị số tốc độ quay bất kỳ trong phạm vi biến đổi tốc độ (hay lượng chạy dao) – VD: máy mài, máy CNC.
- **Truyền dẫn phân cấp:** Máy có một số lượng hữu hạn tốc độ cắt hay lượng chạy dao. Ví dụ trên máy tiện T620 có 23 tốc độ: từ 12,5 ÷ 2000 v/p.
- Vận tốc dài:

$$v = \frac{\pi D n}{1000} \text{ (m / ph)}$$

D : đường kính chi tiết (mm)

n : Tốc độ quay (v/ph)

Coi vận tốc V là hàm số của biến D, tham số n → vẽ  
được đồ thị quan hệ V, n, D:



- Với  $D_0 \rightarrow$  chọn chế độ cắt ( $S, V, t$ ) hợp lý theo:
  - Vật liệu dao, vật liệu phôi
  - Độ chính xác gia công
  - Điều kiện gia công
- Có  $V_0$ : tốc độ cắt hợp lý  $\Rightarrow n_0$ 
  - $\rightarrow V_{\text{hợp lý}} = V_0 \Leftrightarrow n_{\text{hợp lý}} = n_0$
- Vì truyền dẫn phân cấp  $\rightarrow V_k < V_0 < V_{k+1}$
- Thường chọn  $V_0 = V_k$  vì: giảm mòn dao, đảm bảo công suất cắt
- $\rightarrow$  Có tồn thắt tốc độ:  $\Delta V = V_0 - V_k$  (tuyệt đối)

■ Tỷ lệ thay đổi tương đối:  $\Delta V = \frac{V_0 - V_k}{V_0} \cdot 100\%$

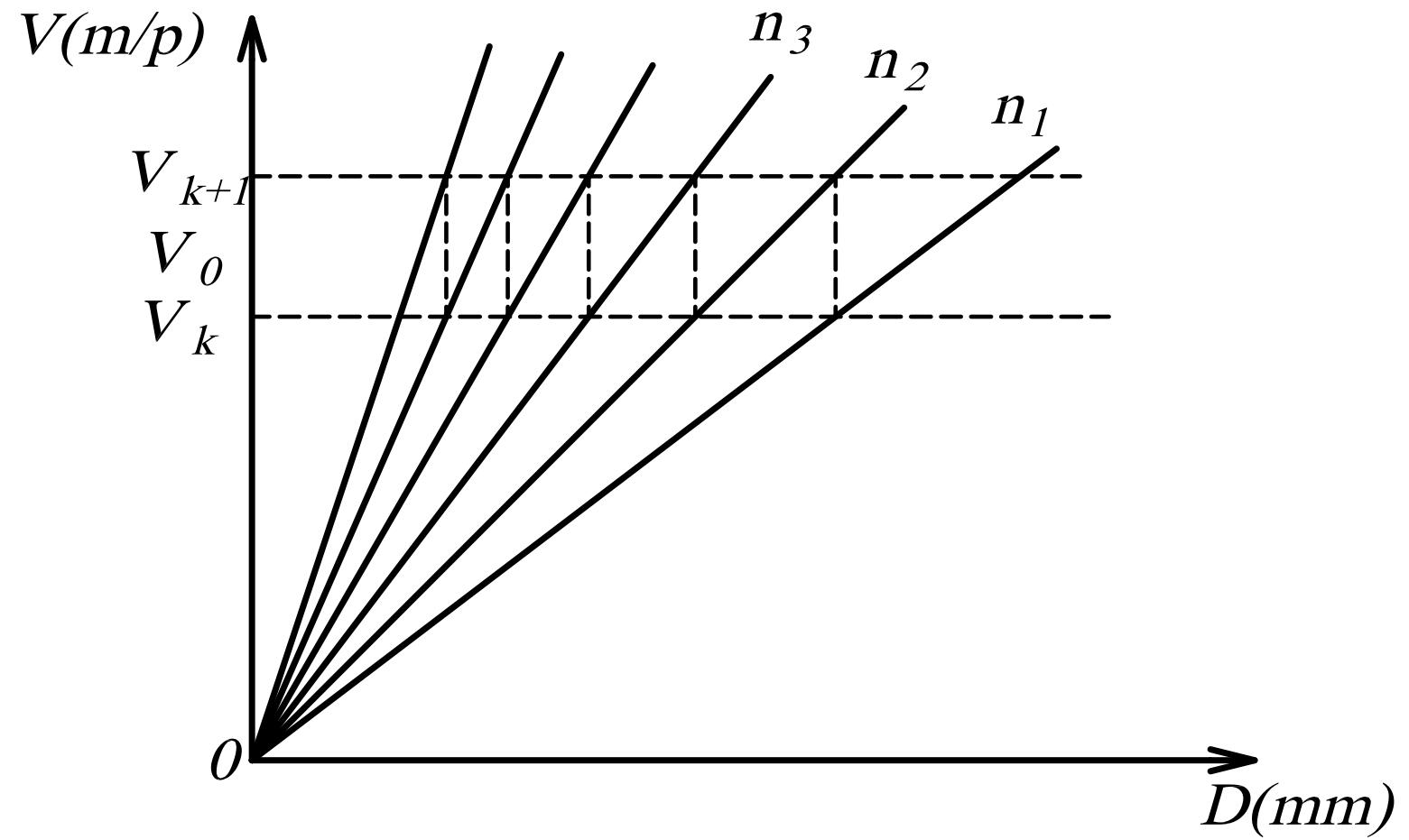
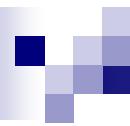
■ Tỷ lệ thay đổi tuy có cùng  $D_0$

■ Tỷ lệ thay đổi lớn nhất khi:  $V_0 \rightarrow V_{k+1}$ :

$$\Delta V_{\max} = \lim_{V_0 \rightarrow V_{k+1}} \frac{V_0 - V_k}{V_0} \cdot 100\%$$

■ Mong muốn tỷ lệ thay đổi cực đại  $\Delta V_{\max} = \text{const}$ :

$$\Delta V_{\max} = \frac{V_{k+1} - V_k}{V_{k+1}} \cdot 100\% = 1 - \frac{V_k}{V_{k+1}} = \text{const}$$



$$\rightarrow \frac{V_k}{V_{k+1}} = const = \frac{n_k}{n_{k+1}}$$

→ Chuỗi số vòng quay phải là một cấp số nhân, có công bội  
là  $\varphi = n_{k+1}/n_k$

**Thực chất:** liên quan đến năng suất máy

Năng suất máy Q tỷ lệ thuận với tốc độ cắt

Tương ứng có đồ thị  $Q(n,D)$ , có  $Q_k < Q_0 < Q_{k+1}$

**Nguyên tắc:** chọn  $Q_0 = Q_k$  (ứng với  $V_0 = V_k$ )

$\Rightarrow \Delta Q_{\max}$ : dung sai của năng suất máy

Trong máy vạn năng: mọi tốc độ có vai trò như nhau  
→ người ta mong muốn các  $\Delta Q_{\max} = \text{const}$

**Mục đích: Định mức lao động**

**Công bội  $\varphi$ :**

Chuỗi số vòng quay là cấp số nhân tiến:  $\varphi > 1$

Vì  $\Delta V_{\max} \leq 50\%$

$$\left(1 - \frac{V_k}{V_{k+1}}\right) \cdot 100\% \leq 50\% \Rightarrow \varphi \leq 2$$

$$\rightarrow 1 < \varphi \leq 2$$

- ❖ Xét ví dụ: tiệm chi tiết chiều dài L. Cho chế độ cắt: n(v/ph) và S(mm/v)
  - Thời gian tiến dao S:  $1/n(\text{ph})$
  - Thời gian gia công xong một chi tiết:  $L/n.S(\text{ph})$

**Năng suất**  $Q = 1/t_{ct} (\text{ct/ph})$

$$\Rightarrow Q = n.S/L (\text{ct/ph})$$

$$\Rightarrow Q_0 = n_0.S/L (\text{ct/ph})$$

Tương tự ta có tổn hao năng suất:

$$\Delta Q_{\max} = \left(1 - \frac{n_k}{n_{k+1}}\right).100\% = \text{const}$$

→ Số vòng quay theo cấp số nhân thì tổn hao năng suất cực đại bằng hằng số

❖ Trị số công bội  $\varphi$  được tiêu chuẩn hóa. Tuỳ theo tính chất sử dụng của mỗi loại máy mà người ta chọn  $\varphi$  khác nhau.

❖ Các nguyên tắc thành lập giá trị  $\varphi$  tiêu chuẩn:

➤ **Nguyên tắc gấp 10:** cách quãng x số hạng thì

$$n_{x+1} = 10n_1; \text{ vì } n_{x+1} = n_1 \cdot \varphi^x \rightarrow \varphi^x = 10$$

➤ **Nguyên nhân:**

Do thói quen gấp 10 trong chuỗi số tối ưu kỹ thuật

- **Nguyên tắc gấp 2:** cách quãng  $y$  số hạng thì  $n_{y+1} = 2n_1$ ; vì  $n_{y+1} = n_1 \cdot \varphi^y \rightarrow \varphi^y = 2$
- **Nguyên nhân:** Sử dụng động cơ điện nhiều tốc độ

**Giả sử:** .Động cơ điện có m tốc độ:  $n_{01}, n_{02}, \dots, n_{0m}$  có quy luật gấp đôi:  $n_{01}:n_{02}:\dots:n_{0m} = 1:2:2^2:\dots:2^{m-1}$

.Hộp tốc độ có  $y$  tốc độ

⇒    Ứng với  $n_{01}$  có:  $n_1, n_2, n_3, \dots, n_y$   
 ứng với  $n_{02}$  có:  $2n_1, 2n_2, 2n_3, \dots, 2n_y$

...

Để chuỗi vòng quay tổng hợp là cấp số nhân thì:

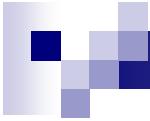
$$n_{y+1} = 2n_1 = n_y \cdot \varphi = n_1 \cdot \varphi^y \Rightarrow \varphi^y = 2$$

$$\rightarrow \varphi = \sqrt[x]{10} = \sqrt[y]{2}$$

- Trị số  $\varphi_{\min} = 1,06 = \sqrt[40]{10} = \sqrt[12]{2}$

- Bảng trị số  $\varphi$  tiêu chuẩn:

Trị số $\varphi$	$\varphi=1,06^E$	$\varphi = \sqrt[x]{10}$	$\varphi = \sqrt[y]{2}$	$\Delta V_{\max}(\%)$
	E	x	y	
1,06	1	40	12	5%
1,12	2	20	6	10%
1,26	4	10	3	20%
1,41	6	20/3	2	30%
1,58	8	5	3/2	40%
1,78	10	4	-	45%
2,00	12	20/6	1	50%



## ❖ ***Phạm vi sử dụng các trị số $\varphi$ tiêu chuẩn:***

- $\varphi = 1,06 \rightarrow$  ít dùng vì chuỗi số dày đặc
- $\varphi = 1,12 \rightarrow$  dùng cho các máy tự động (cần chế độ cắt chính xác, ít tổn thất n và Q)
- $\varphi = 1,26$  và  $\varphi = 1,41 \rightarrow$  dùng cho các máy vạn năng
- $\varphi = 1,58$  và  $\varphi = 1,78 \rightarrow$  dùng cho các máy có  $t_{ct} < t_{ck}$
- $\varphi = 2 \rightarrow$  ít dùng, có ý nghĩa trong tính toán nhóm khuyếch đại trong HTĐ, hoặc nhóm gấp bội trong HCD

- Trị số vòng quay tiêu chuẩn cơ sở: (thành lập từ  $\varphi = 1,06$ ;  $n_1 = 1(\text{vg/ph})$ ;  $n_z = n_1 \cdot \varphi^{z-1}$ )

1 — 1,06 — 1,12 — 1,18 — 1,25 — 1,32 — 1,41

—

1,5 — 1,6 — 1,7 — 1,8 — 1,9 — 2 — 2,12 — 2,24

—

2,35 — 2,5 — 2,65 — 2,8 — 3 — 3,15 — 3,25 —  
3,5 —

3,75 — 4 — 4,25 — 4,5 — 4,75 — 5 — 5,3 — 5,6  
— 6 - 6,3 —

6,7 — 7,1 — 7,5 — 8 — 8,5 — 9 — 9,5 — 10...

- Xác định các giá trị vòng quay tiêu chuẩn khác bằng cách nhân các trị số vòng quay tiêu chuẩn cơ sở với  $10^x$  ( $x$ : số nguyên âm hay dương)
- Muốn xác định chuỗi số vòng quay tiêu chuẩn cơ sở có công bội  $\varphi$  khác:  $\varphi = \varphi_{\min}^E$   
→ lấy cách quãng các trị số n cách nhau E số hạng trong dãy trên

Ví dụ:

$\varphi = 1,26 = 1,06^4 \rightarrow E=4 \rightarrow$  chuỗi số vòng quay tiêu chuẩn cơ sở là 1 – 1,25 – 1,6 – 2 – 2,5 – 3,35 ...

## **2. THIẾT KẾ TRUYỀN DẪN HỘP TỐC ĐỘ**

- **2.1 Công dụng và yêu cầu của hộp tốc độ:**
- Hộp tốc độ truyền tốc độ cắt cho các chi tiết hoặc gia công, thiết kế HTĐ phải đảm bảo các yêu cầu sau:
  - Kết cấu có tính công nghệ cao: dễ gia công, lắp ráp, thay thế, sửa chữa.
  - Sử dụng dễ dàng.
  - Kích thước nhỏ gọn, hiệu suất cao, tiết kiệm vật liệu.
  - Làm việc chính xác, an toàn.

## ■ Về mặt tốc độ cắt:

Đảm bảo khoảng tốc độ cắt:  $V_{\min} \div V_{\max}$  hay  
 $n_{\min} \div n_{\max}$

→ Phạm vi điều chỉnh tốc độ:  $R_n = \frac{n_{\max}}{n_{\min}}$

$S_{\min} \div S_{\max} \rightarrow R_S = \frac{S_{\max}}{S_{\min}}$

## ■ Ví dụ:

Máy phay 6H82 có:

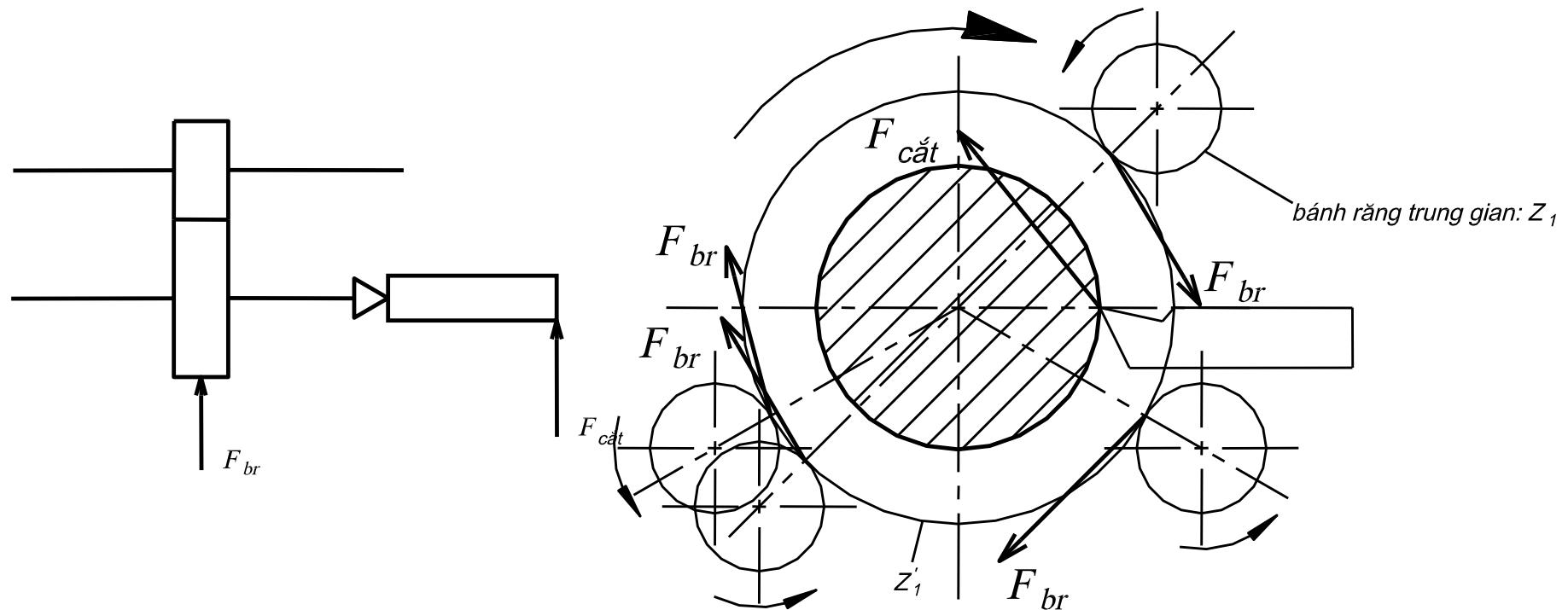
$$n_{\min} \div n_{\max} = 30 \div 1500 \text{ vg/ph}$$

$$S_{\min} \div S_{\max} = 19 \div 1180 \text{ mm/ph}$$

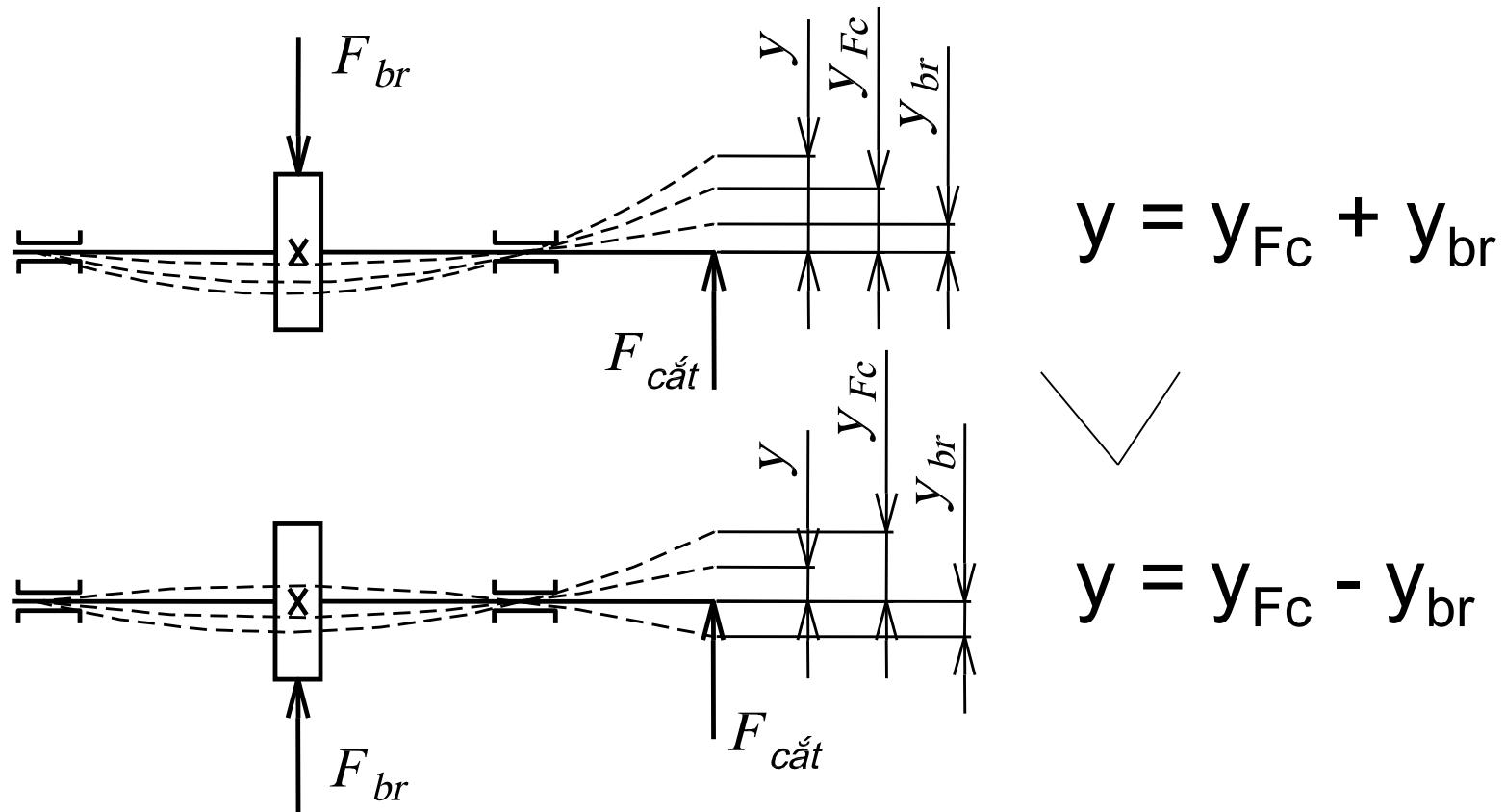
## ■ Về lực cắt:

Tác dụng lên trục chính của máy, HTĐ phải đảm bảo lực cắt này. Khi gia công các chi tiết khác nhau, yêu cầu:

$$F_{c1}V_1 = F_{c2} \cdot V_2 = \text{const}$$



- BR trung gian  $Z_1$  có vị trí bất kỳ khi ăn khớp với BR  $Z'_1$ . Ta sẽ bố trí BR  $Z_1$  ở vị trí sao cho độ vồng  $y$  nhỏ nhất.



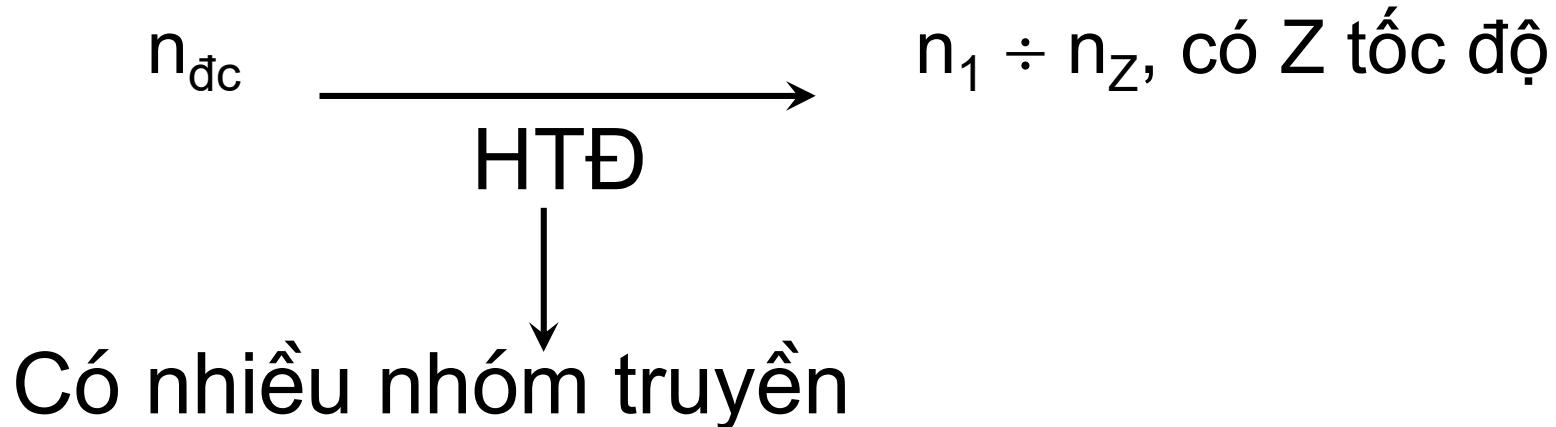
$$y = y_{Fc} + y_{br}$$

$$y = y_{Fc} - y_{br}$$

- Về việc sử dụng máy:
- Điều khiển HTĐ thực hiện dễ dàng, an toàn
- Tạo điều kiện cho HTĐ làm việc với hiệu suất cao (giảm các cặp BR quay không, tránh dùng các truyền dẫn có hiệu suất thấp)
- **Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng HTĐ:**
- Công suất truyền dẫn
- Giới hạn số vòng quay  $n_{\min} \div n_{\max}$ , công bội  $\varphi$  ( $\varphi$  càng nhỏ thì các tốc độ càng gần nhau)
- Mức độ phức tạp và hiệu suất của xích truyền
- Mức độ điều khiển và độ tin cậy
- Tính công nghệ chế tạo các chi tiết

## 2.2 Hộp tốc độ dùng bánh răng di trượt:

### 2.2.1 Phương án không gian.



Giả sử có  $Z$  cấp tốc độ:

$$Z = p_1 \cdot p_2 \dots p_i$$

$p_i$ : số tỷ số truyền nhóm truyền thứ  $i$ .

Các cách thực hiện các trị số  $p_i$  khác nhau và hoán vị chúng cho các phương án không gian khác nhau.

$P_i$  là các số nguyên. Chọn  $p_i = 2$  hoặc  $3$  là phương án tối ưu nhất.

Đối với một tổng số cấp tốc độ có nhiều phương án không gian.

Ví dụ:

Xét một HTĐ có  $Z = 12$ .

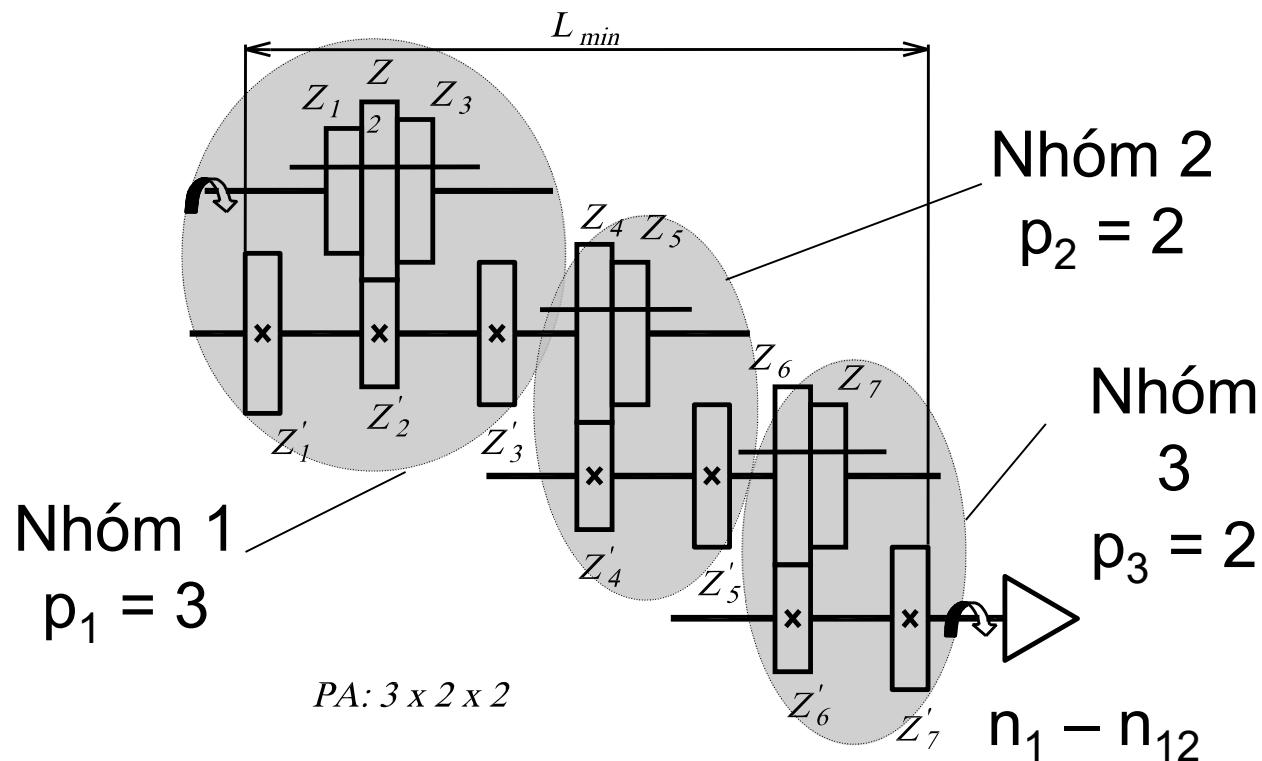
Lập các phương án không gian có thể:

$$Z = 3 \times 2 \times 2$$

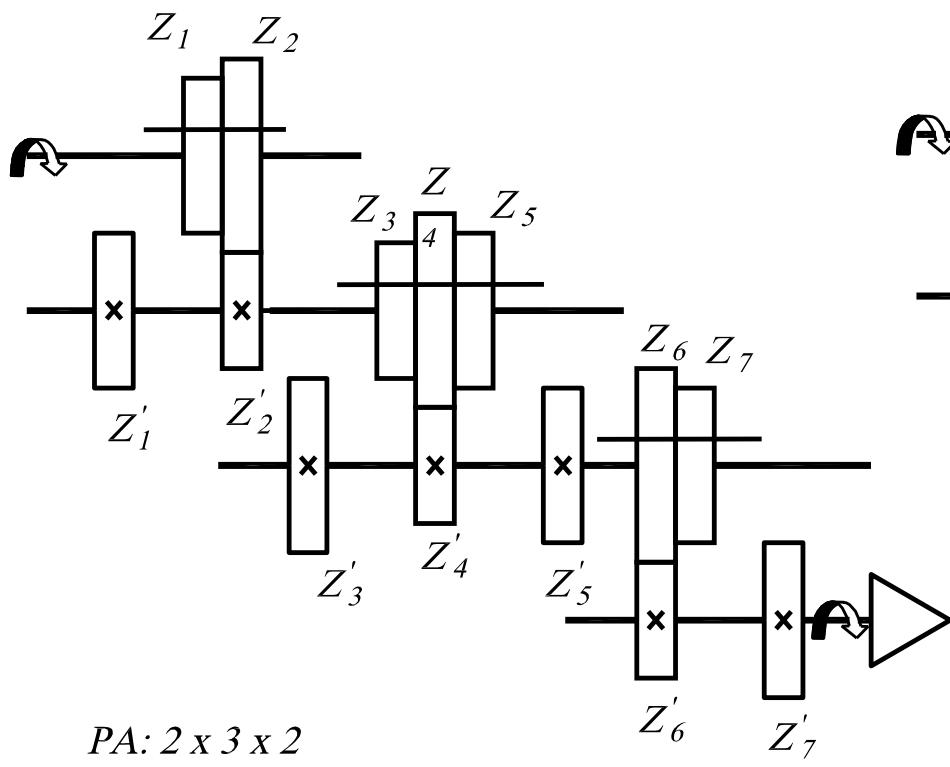
$$= 2 \times 3 \times 2$$

$$= 2 \times 2 \times 3$$

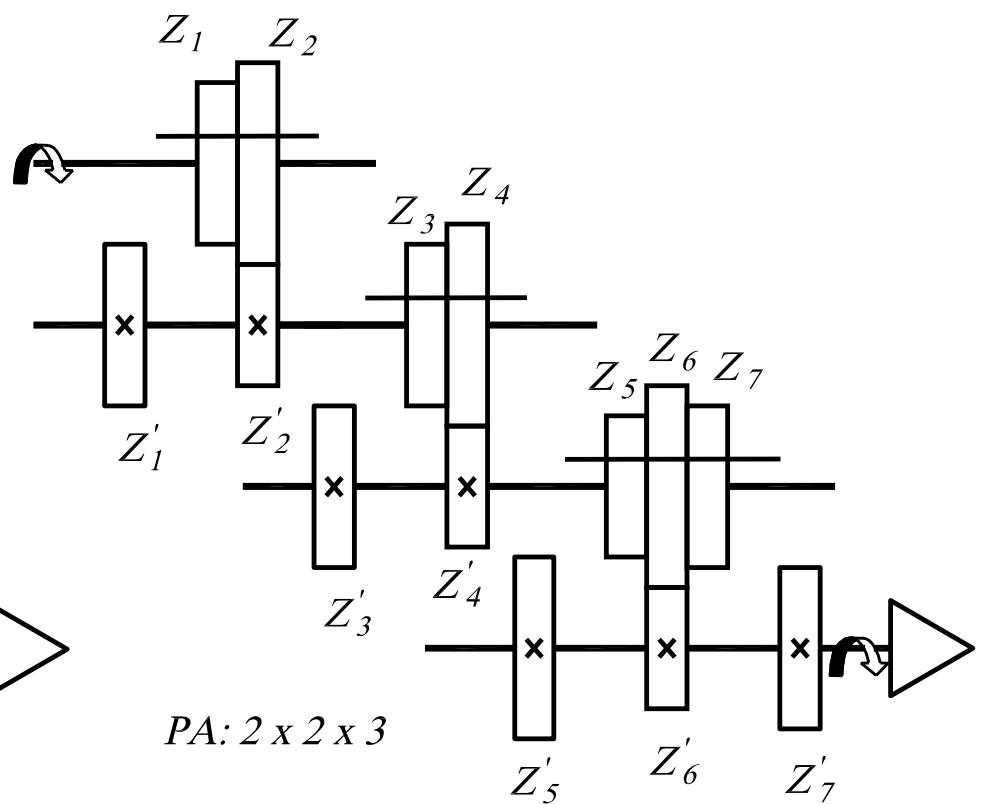
## ■ Phương án $3 \times 2 \times 2$



## ■ Phương án $2 \times 3 \times 2$



## ■ Phương án $2 \times 2 \times 3$



Với  $Z = 18$  có các phương án không gian:

$$Z = 3 \times 3 \times 2 = 3 \times 2 \times 3 = 2 \times 3 \times 3$$

Với  $Z = 24$  có các phương án:

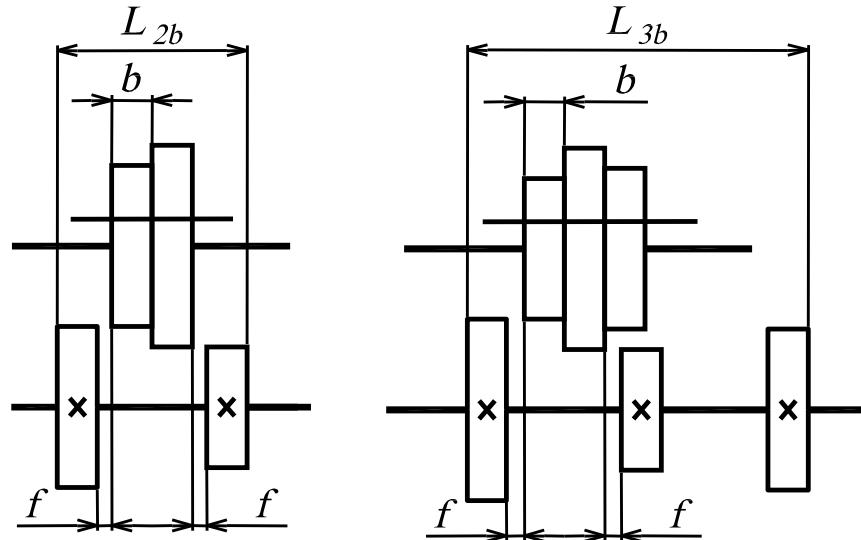
$$\begin{aligned} Z &= 3 \times 2 \times 2 \times 2 = 2 \times 3 \times 2 \times 2 = 2 \times 2 \times 3 \times 2 \\ &= 2 \times 2 \times 2 \times 3. \end{aligned}$$

(Phương án  $Z = 2 \times 3 \times 2 \times 2$  dùng cho máy T620)

So sánh các phương án không gian: bằng các tính toán sơ bộ:

Thường những nhóm truyền có nhiều test được đặt lên trước sẽ cho kích thước nhỏ gọn hơn (vì trực I có tốc độ quay lớn  $\rightarrow$  mômen xoắn nhỏ  $\rightarrow$  kích thước nhỏ)

- Tổng số trục:  $S_{tr} = i+1$
- Tổng số bánh răng:  $S_r = 2(p_1 \cdot p_2 \dots \cdot p_i)$
- Thường chọn sơ bộ chiều rộng bánh răng bằng nhau và bằng  $b$
- Chiều dài tối thiểu các khối BR:



■ **Chú ý:** ở đây  
không kể đến  
khoảng cách  
giữa các bánh  
răng

$$L_{2b\text{ bậc}} = 4b + 2f \text{ và } L_{3b\text{ bậc}} = 7b + 4f$$

➤ Lập bảng so sánh các phương án không gian:

PAKG Chỉ tiêu	$3 \times 2 \times 2$	$2 \times 3 \times 2$	$2 \times 2 \times 3$
Tổng số BR	14	14	14
Tổng số trực	4	4	4
Chiều dài trực $L_{min}$	$15b + 8f$	$15b + 8f$	$15b + 8f$
Số BR chịu Momen xoắn lớn	2	2	3
Cơ cấu đặc biệt			

Lựa chọn một phương án không gian hợp lý

## 2.2.1 Phương án thứ tự (PA thay đổi)

Thay đổi thứ tự ăn khớp của các BR theo thứ tự nhóm, ta sẽ phân tích kết quả của sự thay đổi đó để tìm quy luật phân bố chuỗi tỷ số truyền u trong từng nhóm truyền.

Ví dụ:

$$Z = 12, \text{PAKG: } 3 \times 2 \times 2$$

- Nhóm 1 gồm các tỷ số truyền:  $u_1, u_2, u_3$

Nhóm 2 gồm các tỷ số truyền:  $u_4, u_5$

Nhóm 3 gồm các tỷ số truyền:  $u_6, u_7$

Trị số vòng quay trực chính:

## ■ Gạt: nhóm 1 – nhóm 2 – nhóm 3:

$$n_1 = n_0 \cdot u_1 \cdot u_4 \cdot u_6$$

$$n_2 = n_0 \cdot u_2 \cdot u_4 \cdot u_6$$

$$n_3 = n_0 \cdot u_3 \cdot u_4 \cdot u_6$$

$$n_4 = n_0 \cdot u_1 \cdot u_5 \cdot u_6$$

$$n_5 = n_0 \cdot u_2 \cdot u_5 \cdot u_6$$

$$n_6 = n_0 \cdot u_3 \cdot u_5 \cdot u_6$$

$$n_7 = n_0 \cdot u_1 \cdot u_4 \cdot u_7$$

$$n_8 = n_0 \cdot u_2 \cdot u_4 \cdot u_7$$

$$n_9 = n_0 \cdot u_3 \cdot u_4 \cdot u_7$$

$$n_{10} = n_0 \cdot u_1 \cdot u_5 \cdot u_7$$

$$n_{11} = n_0 \cdot u_2 \cdot u_5 \cdot u_7$$

$$n_{12} = n_0 \cdot u_3 \cdot u_5 \cdot u_7$$

## ■ Gạt: Nhóm 3 – nhóm 2 – nhóm 1:

$$n_1 = n_0 \cdot u_1 \cdot u_4 \cdot u_6$$

$$n_2 = n_0 \cdot u_1 \cdot u_4 \cdot u_7$$

$$n_3 = n_0 \cdot u_1 \cdot u_5 \cdot u_6$$

$$n_4 = n_0 \cdot u_1 \cdot u_5 \cdot u_7$$

$$n_5 = n_0 \cdot u_2 \cdot u_4 \cdot u_6$$

$$n_6 = n_0 \cdot u_2 \cdot u_4 \cdot u_7$$

$$n_7 = n_0 \cdot u_2 \cdot u_5 \cdot u_6$$

$$n_8 = n_0 \cdot u_2 \cdot u_5 \cdot u_7$$

$$n_9 = n_0 \cdot u_3 \cdot u_4 \cdot u_6$$

$$n_{10} = n_0 \cdot u_3 \cdot u_4 \cdot u_7$$

$$n_{11} = n_0 \cdot u_3 \cdot u_5 \cdot u_6$$

$$n_{12} = n_0 \cdot u_3 \cdot u_5 \cdot u_7$$

→ Tìm quan hệ của từng nhóm

(lưu ý:  $n_1 \div n_{12}$  là cấp số nhân công bội  $\varphi$ )

## PATT: I – II – III

Nhóm 1:  $u_1:u_2:u_3 = n_1:n_2:n_3$

mà  $n_1:n_2:n_3 = n_1:n_1\varphi:n_1\varphi^2 = 1:\varphi:\varphi^2$  - là cấp số nhân, công bội  $\varphi^X$  với  $X = 1$ .

Nhóm 2:  $u_4:u_5 = n_1:n_4 = 1: \varphi^3$ ;  $u_4, u_5$  là cấp số nhân, công bội  $\varphi^{X_1}$  với  $X_1 = 3 = p_1$ .

Nhóm 3:  $u_6:u_7 = n_1:n_7 = 1: \varphi^6$ ;  $u_6, u_7$  là cấp số nhân, công bội  $\varphi^{X_2}$  với  $X_2 = 6 = 3.2 = p_1 p_2$

Gọi nhóm thay đổi 1 là nhóm cơ sở, các tỷ số truyền là cấp số nhân  $\varphi^X$  với  $X = 1$

Nhóm thay đổi 2 là nhóm khuếch đại 1, các tỷ số truyền là cấp số nhân, công bội  $\varphi^{X_1}$  với  $X_1 = p_1$  – là số tỷ số truyền nhóm cơ sở.

Nhóm thay đổi 3 là nhóm khuếch đại 2, các tỷ số truyền là cấp số nhân, công bội  $\varphi^{X_2}$  với  $X_2 = p_1 p_2$ ,  $p_2$  – là số tỷ số truyền nhóm KĐ1

Từ 1 PAKG, có nhiều PATT

Số PATT = (Số nhóm truyền)!

Ví dụ:

có 3 nhóm truyền

→ Số PATT là  $3! = 3 \cdot 2 \cdot 1 = 6$

PAKG	$3 \times 2 \times 2$	PAKG	$3 \times 2 \times 2$
PATT	I II III	PATT	III II I
Đặc tính nhóm: [1] [3] [6]		Đặc tính nhóm: [4] [2] [1]	

PAKG	$3 \times 2 \times 2$	PAKG	$3 \times 2 \times 2$
PATT	I III II	PATT	II I III
Đặc tính nhóm: [1] [6] [3]		Đặc tính nhóm: [2] [1] [6]	

PAKG	$3 \times 2 \times 2$	PAKG	$3 \times 2 \times 2$
PATT	III I II	PATT	II III I
Đặc tính nhóm: [4] [1] [2]		Đặc tính nhóm: [2] [6] [1]	

### 2.2.3 Lưới kết cấu

Sơ đồ biểu diễn công thức kết cấu và phương trình điều khiển

Mỗi đường thẳng ngang biểu diễn 1 trực HTĐ

Số đường thẳng thẳng đứng biểu diễn số cấp tốc độ

Biểu diễn chuỗi  $n$  tăng theo cấp số nhân, ta vẽ lưới kết cấu theo tọa độ logarit và đối xứng.

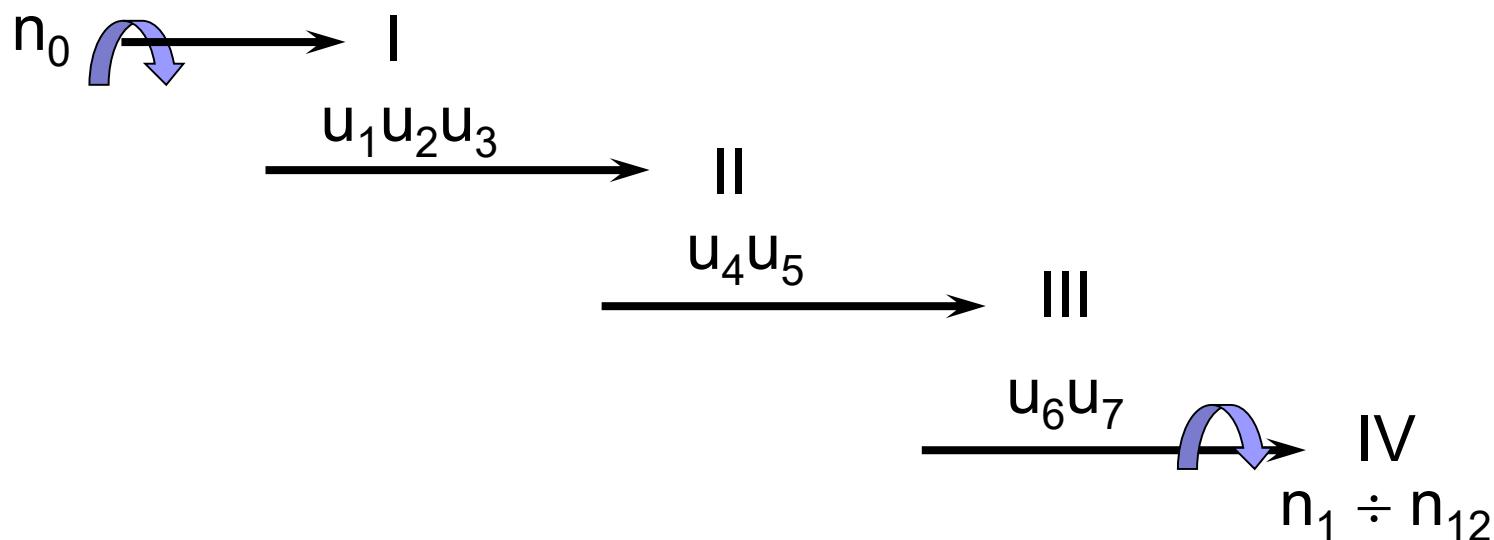
(Ta có:  $n_2 = n_1\varphi \rightarrow \lg n_2 = \lg n_1 + \lg \varphi$   
 $u_4:u_5 = 1:\varphi^3 \rightarrow \lg u_5 = \lg u_4 + 3\lg \varphi$ )

Ví dụ: vẽ lưới kết cấu cho HTĐ có:

PAKG                       $3 \times 2 \times 2$

PATT                      I    II    III

Đặc tính nhóm: [1] [3] [6]



Tốc độ trên trục II:  $n''_1 = n_0 \cdot u_1$   
 $n''_2 = n_0 \cdot u_2$   
 $n''_3 = n_0 \cdot u_3$

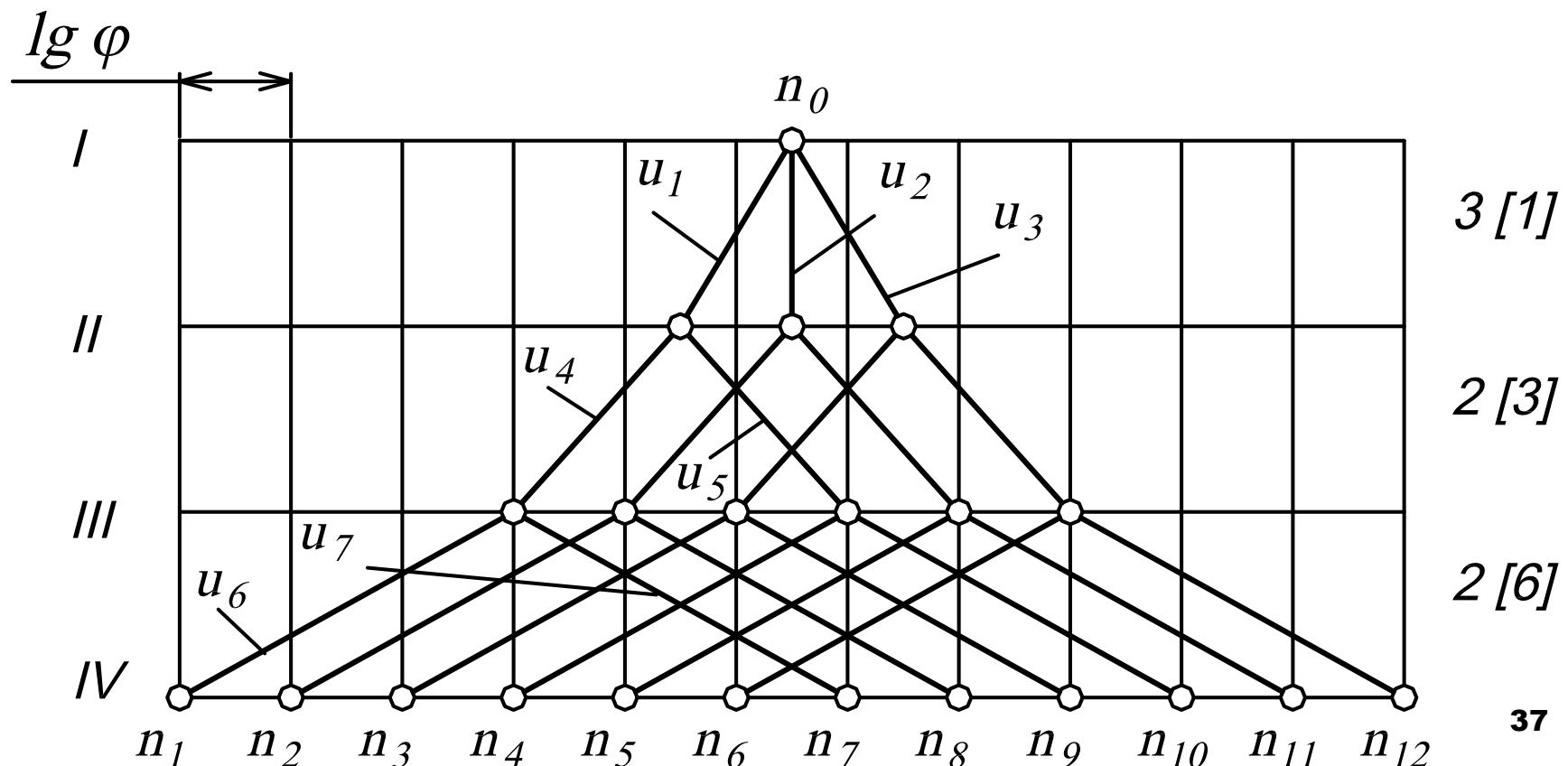
trên trục III:  
 $n''' = n'' \cdot u_4$   
 $n'' \cdot u_5$   
...

Theo quy ước vẽ đối xứng  $\rightarrow n_0$  nằm chính giữa trục I. Vẽ 3 tia đặc trưng cho 3 tỷ số truyền  $u_1, u_2, u_3$  theo các quy ước ở trên. Xét các tốc độ trên trục II:

$$n''_1 : n''_2 : n''_3 = u_1 : u_2 : u_3 = 1 : \varphi : \varphi^2$$

$$\rightarrow \lg n''_3 - \lg n''_2 = \lg n''_2 - \lg n''_1 = \lg \varphi.$$

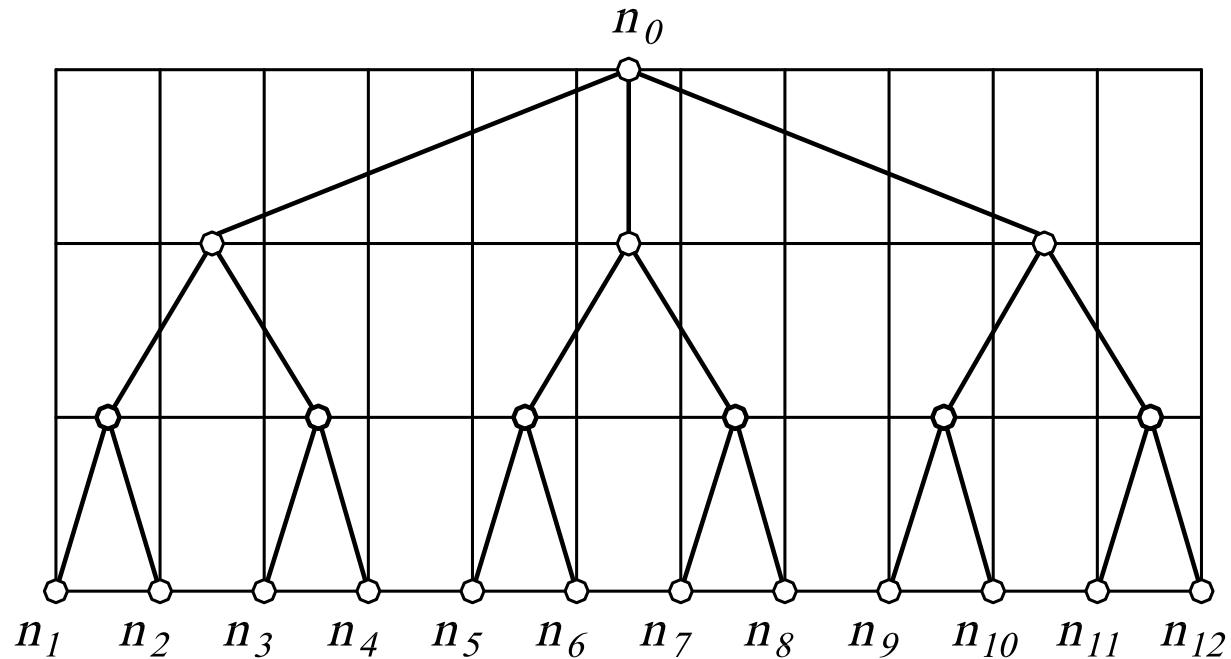
$\rightarrow$  Các trục khác làm tương tự.



Nếu chọn PATT khác sẽ có sự phân bố tốc độ trung gian khác nhau:

$3 \times 2 \times 2$

III    II    I  
[4] [2] [1]

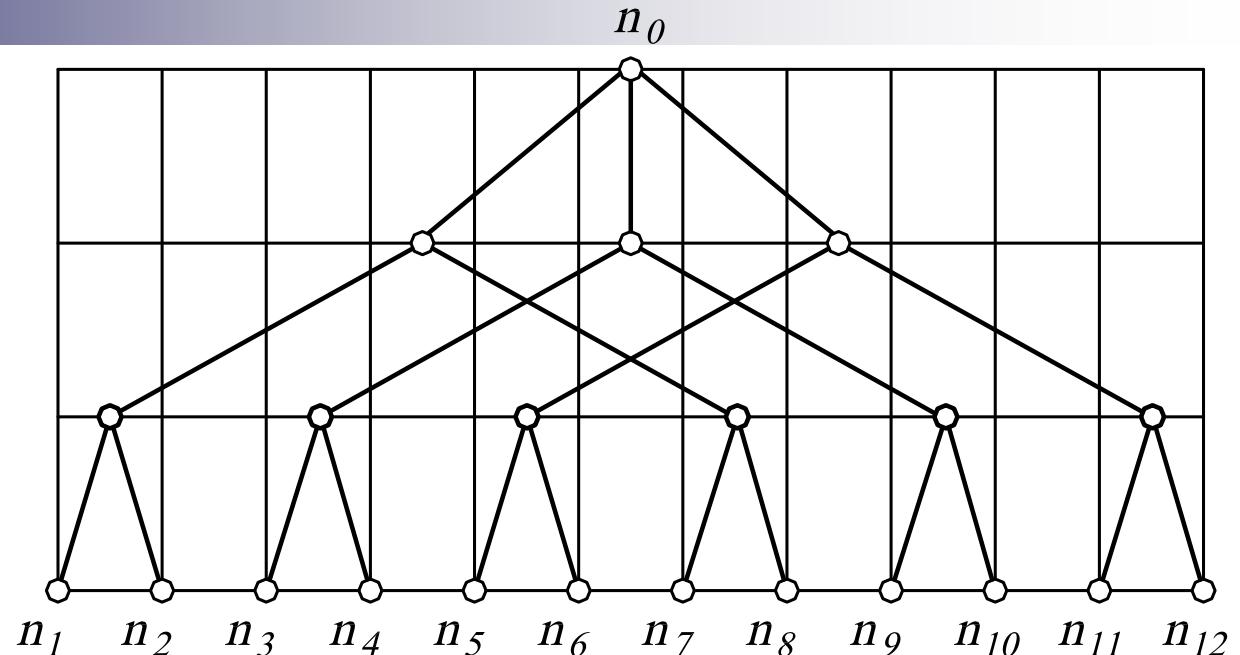


Mỗi PATT có một lưới kết cấu

$3 \times 2 \times 2$

II III I

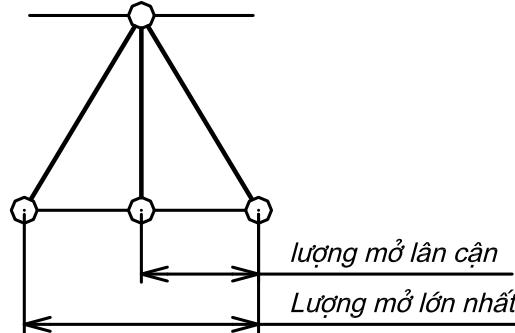
[2] [6] [1]



Các khái niệm:

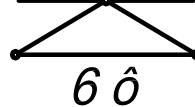
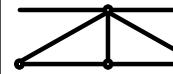
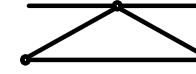
Lượng mở lân cận

Lượng mở lớn nhất



*Chọn lưới kết cấu cần đảm bảo: lượng mở, tỷ số truyền của các nhóm thay đổi từ từ, đều đặn, trong giới hạn cho phép. PA hình rẻ quạt cho kích thước hộp nhỏ gọn.*

## Bảng so sánh các PATT

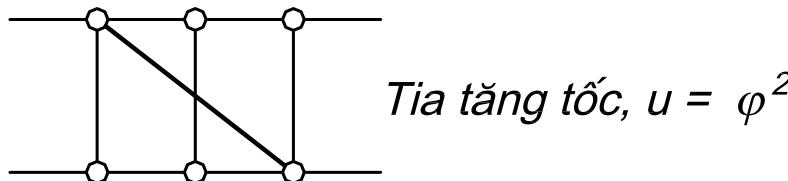
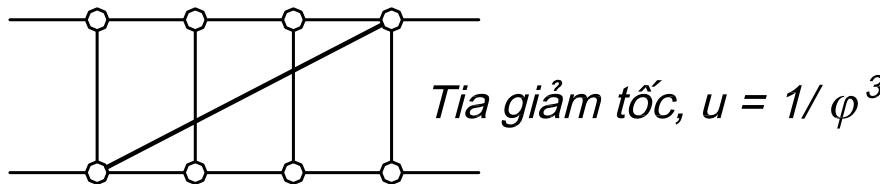
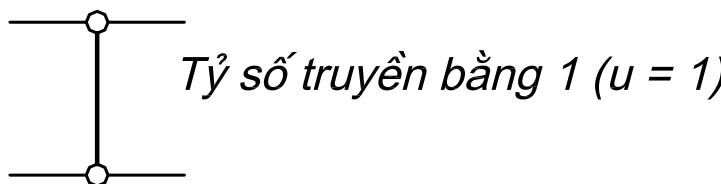
<i>Đặc tính so sánh</i>	PATT $3 \times 2 \times 2$ I - II - III	PATT $3 \times 2 \times 2$ III - II - I	PATT $3 \times 2 \times 2$ II - III - I
<i>Đặc tính nhóm</i>	 1 ô  3 ô  6 ô	 4 ô  2 ô	 2 ô  6 ô  1 ô
<i>Lượng mở lớn nhất</i> $X_{max}$	6	8	6
$\varphi^{X_{max}}$	$\varphi^6$	$\varphi^8$	$\varphi^6$

Nhược điểm của lưới kết cấu: không biểu diễn được tỷ số truyền cụ thể, các trị số vòng quay cụ thể, nên không tính được truyền dẫn cho hộp.

## 2.2.4 Đồ thị vòng quay:

Biểu diễn các tỷ số truyền, các số vòng quay cụ thể

Quy ước:



Chú ý: Các tỷ số truyền có số mũ bằng độ nghiêng  
của tia (nghiêng mấy ô?)

Không cần vẽ đối xứng

Đảm bảo lượng mở lân cận

Nên chọn tốc độ  $n_0$  về phía tốc độ cao

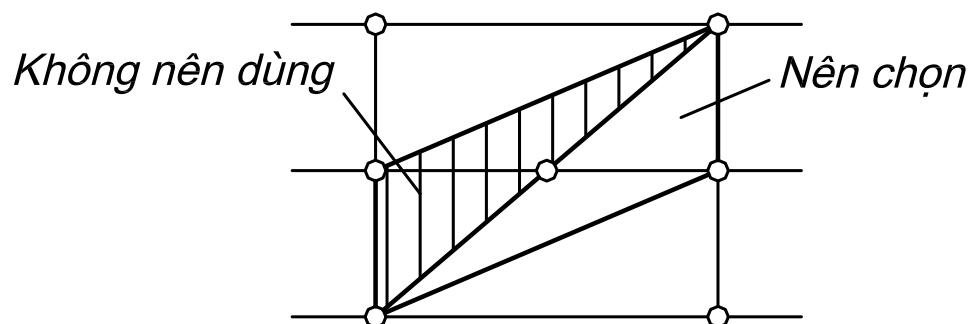
*Nguyên tắc chọn tỷ số truyền:*

Giảm đều từ trực đầu tiên → trực cuối cùng

Giới hạn tỷ số truyền:  $1/4 \leq u \leq 2 \rightarrow \varphi^{X_{\max}} \leq 8$

( $\varphi^{X_{\max}} = u_{\max}/u_{\min} = 8$ )

Sao cho số vòng quay trực trung gian càng cao càng tốt.

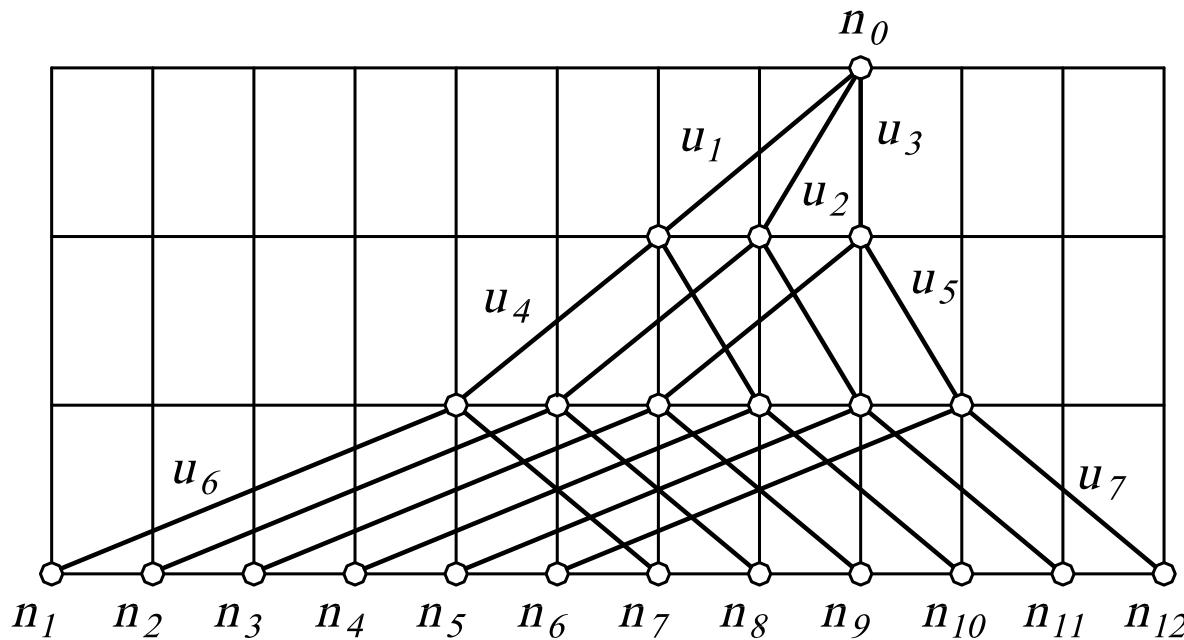


Ví dụ trên: ta chọn tỷ số truyền cho:

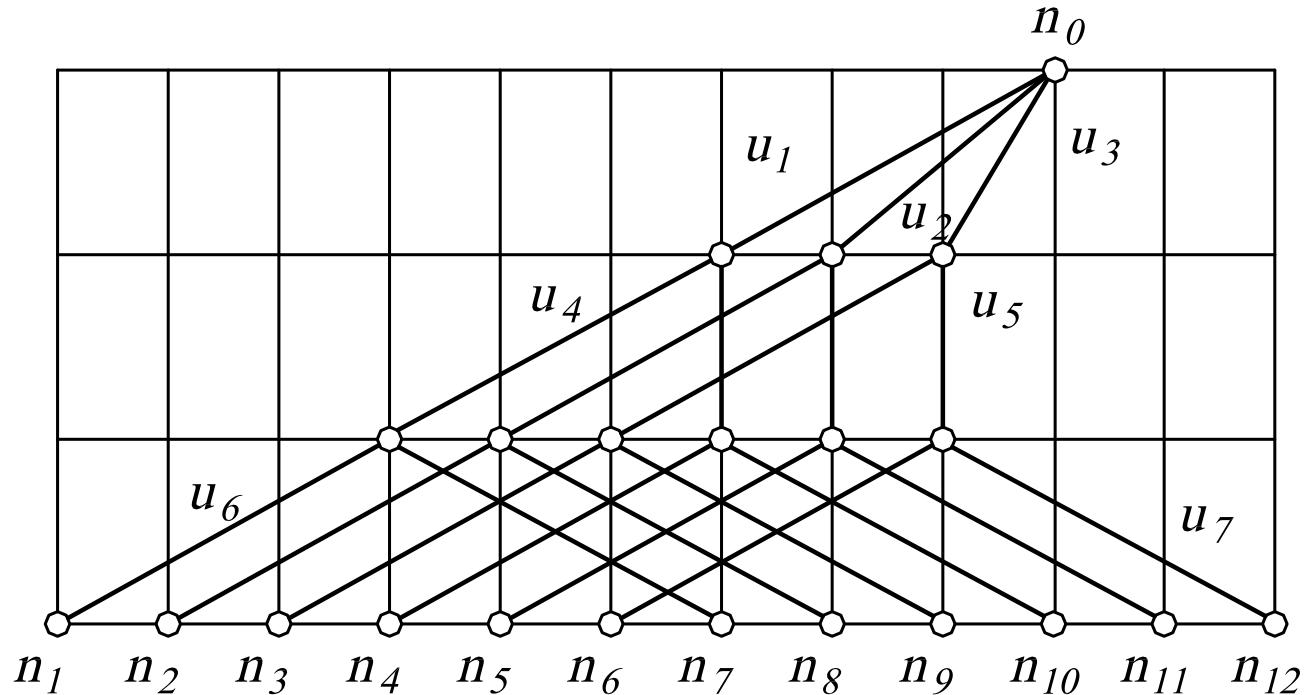
Nhóm cơ sở: chọn  $u_1 = 1/\varphi^2 \rightarrow u_2 = 1/\varphi, u_3 = 1$  (vì  $u_1:u_2:u_3 = 1:\varphi:\varphi^2$ )

Nhóm KĐ1:  $u_4 = 1/\varphi^2; u_5 = \varphi$

Nhóm KĐ2:  $u_6 = 1/\varphi^4; u_7 = \varphi^2$ . Ta có ĐTVQ:



- Có thể có nhiều đồ thị vòng quay khác nhau:



- Trường hợp trên sẽ không vẽ được nếu  $\varphi = 1,41$

Trường hợp đối với máy tiện T620 có  $Z = 24$  (thực tế là 23), người ta chọn PAKG:

$Z = 2 \times 3 \times 2 \times 2$  (Nhóm 1 dùng 2 tỷ số truyền để có thể chứa bộ ly hợp ma sát đĩa trên trực thứ nhất).

Và PA dùng là:       $2 \times 3 \times 2 \times 2$

I – II – III – IV

[1] [2] [6] [12]

→ Lượng mở lớn nhất  $X_{max} = 12$ , vượt quá giá trị cho phép (vì HTĐ này có

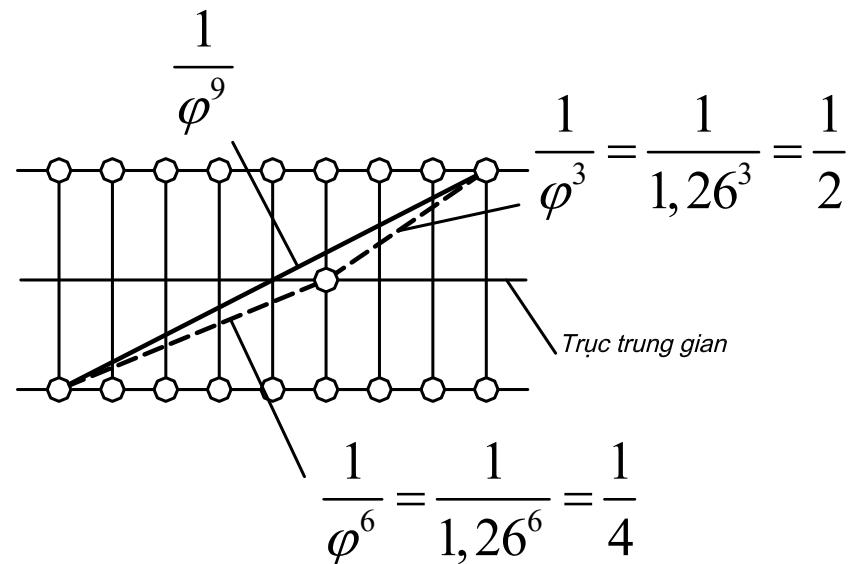
$$\varphi = \sqrt[23-1]{\frac{2000}{12,5}} \cong 1,259$$

$$\rightarrow \varphi^{X_{max}} = 1,26^{12} = 16 > 8)$$

- Giải pháp:
- Thu hẹp lượng mỏ  $\rightarrow$  trùng tốc độ, phải tìm cách bù tốc độ
  - Thêm trực trung gian

Xét hình vẽ:

Với  $\varphi = 1,26 \rightarrow u = 1/\varphi^9$ :  
 vượt quá giới hạn cho phép  
 $\rightarrow$  Thêm trực trung gian,  
 tách thành 2 tỷ số truyền:  
 $u = 1/\varphi^3$  và  $u = 1/\varphi^6$

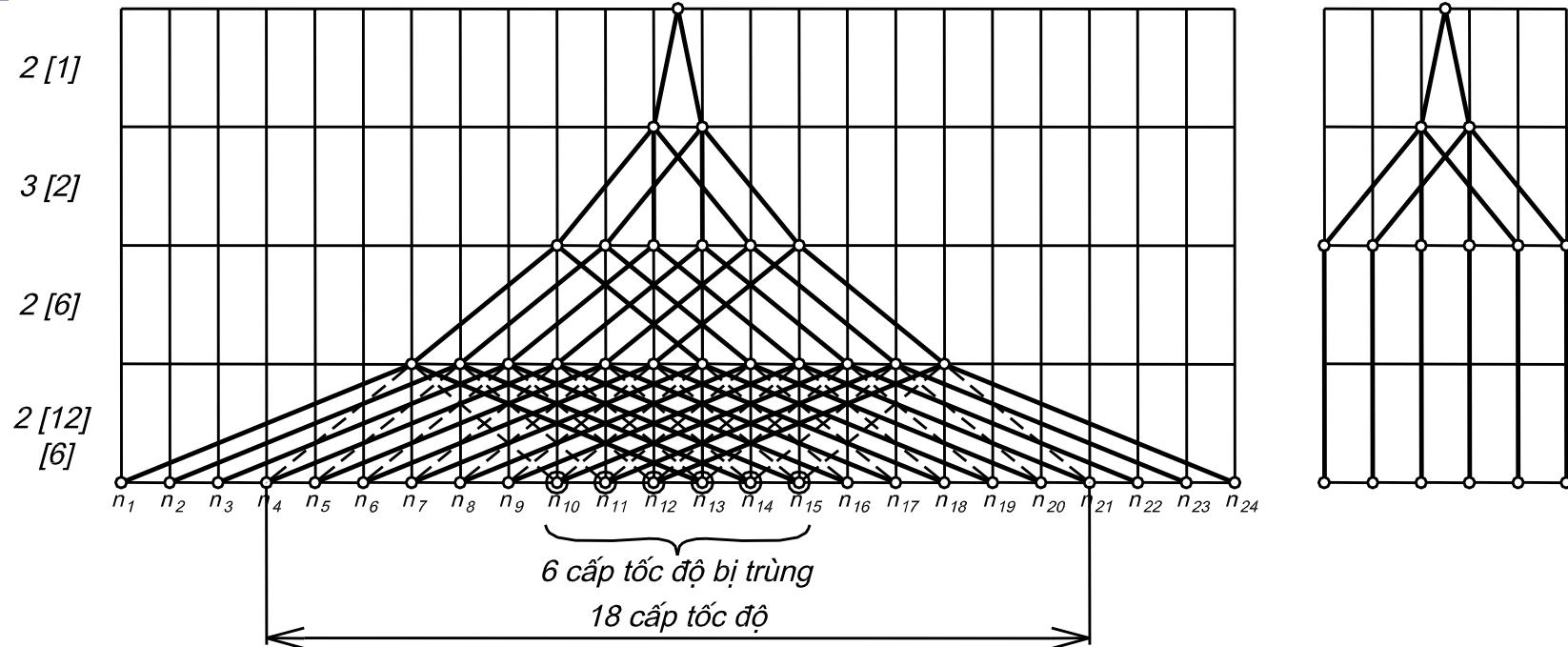


Lưới kế cấu của PA     $2 \times 3 \times 2 \times 2$

I – II – III – IV

[1] [2] [6] [12]

Sau khi thu hẹp lượng mỏ  $X_{max} = 12 \rightarrow X_{max} = 6$ :



→ có 6 tốc độ bị trùng → bù 6 tốc độ bằng cách ghép thêm 1 HTĐ mới (thực chất thêm 1 cặp BR  $u_{11}$ )

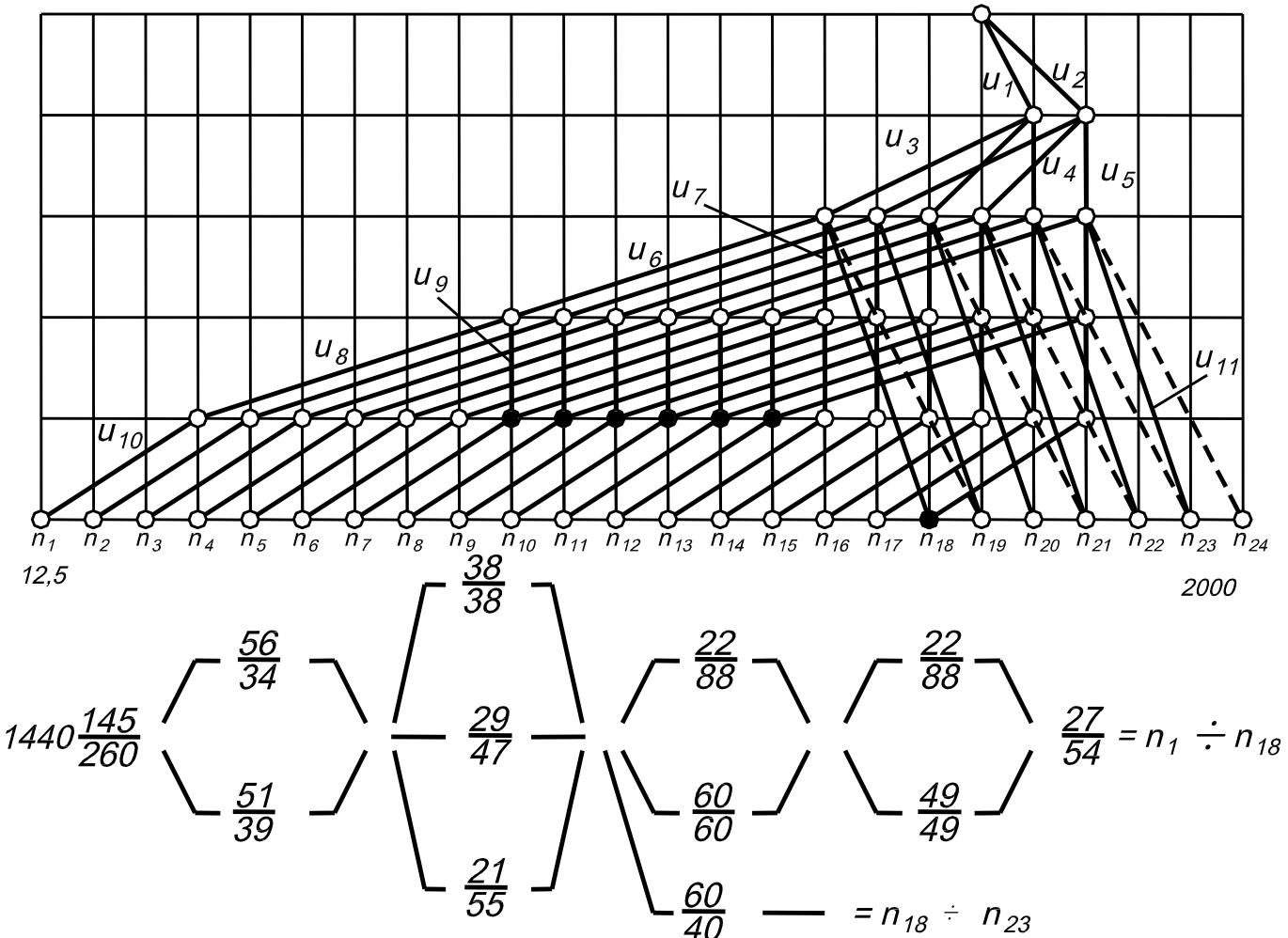
PAKG biến hình của T620:  $Z = Z_1 + Z_2$

$$\left. \begin{array}{l} Z_1 = 2 \times 3 \times 2 \times 2 \times 1 \\ Z_2 = 2 \times 3 \times 1 \end{array} \right\} \rightarrow Z = (2 \times 3) \times [(2 \times 2 \times 1) + 1]$$

■  $Z_1 = 2 \times 3 \times 2 \times 2 \times 1$   
 $[1] [2] [6] [12] [0]$   
 $\downarrow$   
 $[6]$

$Z_2 = 2 \times 3 \times 1$   
 $[1] [2] [0]$

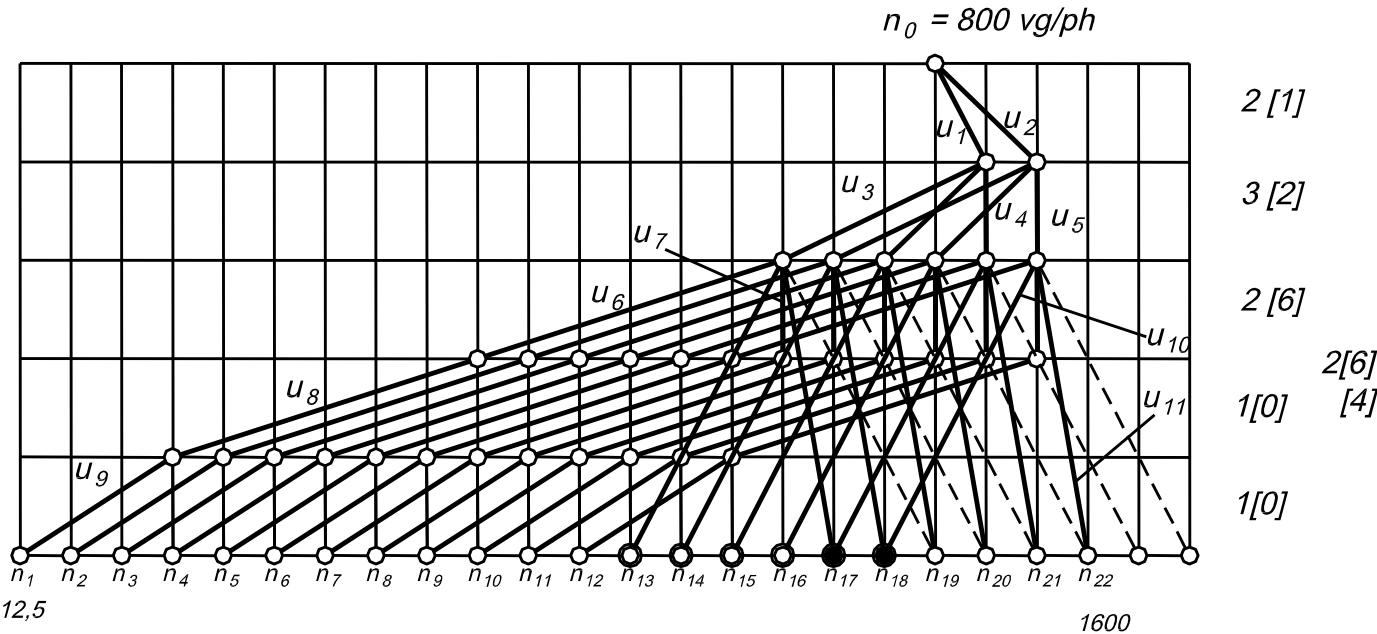
$n_0 = 800 \text{ vg/ph}$



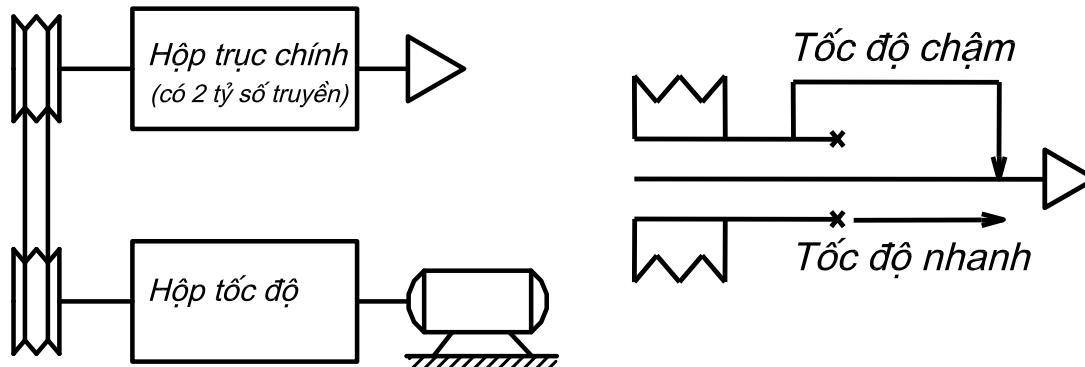
- Số cấp tốc độ thực tế còn:  $(24 - 6) + (6 - 1) = 23$
- Việc để trùng tốc độ  $n_{18} = 630$  vg/ph là do chủ ý của người thiết kế, vì hoàn toàn có thể tạo được cả 24 tốc độ khi chọn  $u_{11} = \varphi^3 = 2$  (đường nét đứt), thực tế không dùng với mục đích tránh ồn
- Thực tế còn tuỳ theo yêu cầu tốc độ cao với điều kiện kết cấu và công nghệ nên giữa hai đường truyền dẫn có thể bố trí trùng tốc độ. Máy 16K20 có 22 tốc độ, do trùng 2 tốc độ:

$$Z_1 = 2 \times 3 \times 2 \times 1 \times 1 \quad Z_2 = 2 \times 3 \times 2 \\ [1] \ [2] \ [6] \ [0] \ [0] \quad [1] \ [2] \ [6] \rightarrow [4]$$

- Cũng có thể tránh trùng tốc độ bằng cách không thu hẹp lượng mở của đường truyền thứ 2, tức  $u_{11} = \varphi^3 = 2$



■ Đối với một số máy như T616 → người ta chia làm hộp tốc độ và hộp trục chính. Hộp trục chính dùng bộ truyền đai → giảm bớt số lượng BR → làm việc êm



$$Z=12 = 3 \times 2 \times 2$$

6 tốc độ của HTĐ

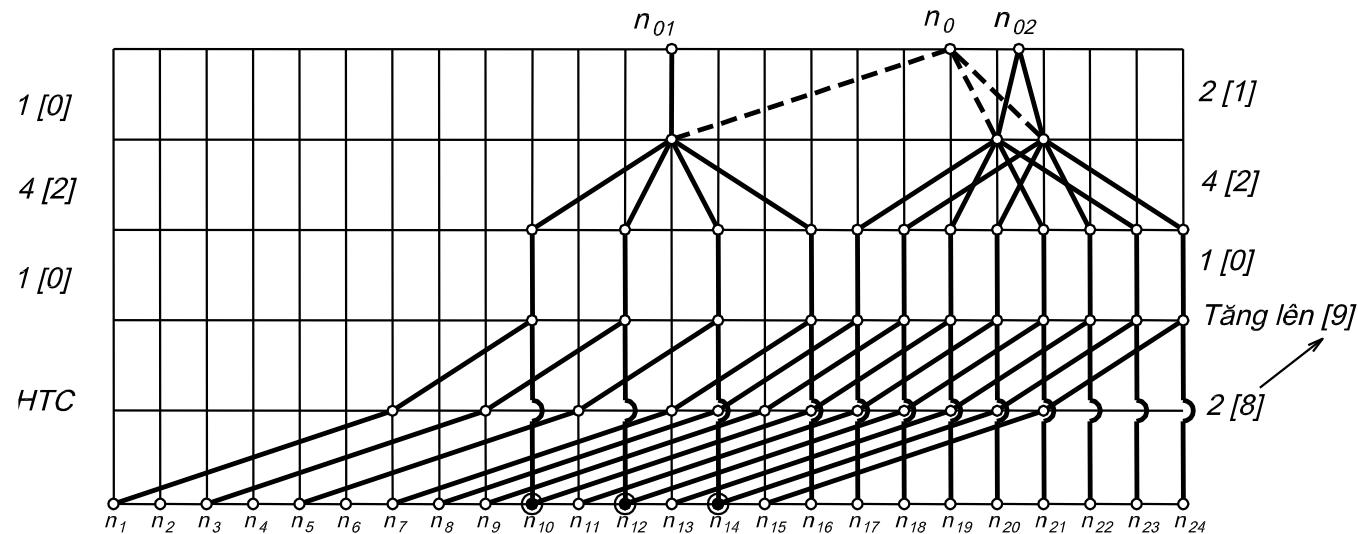
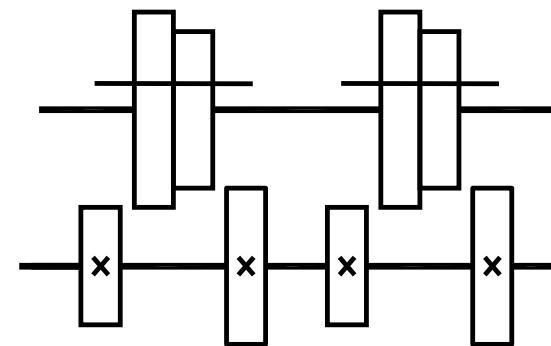
➤ Đối với máy 1A616, có  $Z = 24 = 3 \times 4 \times 2$   
 $(\varphi = 1,26)$

HTĐ      HTC

- HTĐ:  $Z_1 + Z_2 = 3 \times 4 = (2 \times 4 \times 1) + (1 \times 4 \times 1)$

$$Z_1 = 2 \times 4 \times 1  
[1] [2] [0]$$

$$Z_2 = 1 \times 4 \times 1  
[0] [2] [0]$$



- → Có 24 tốc độ, trùng 3 → còn lại 21 tốc độ
- Mở rộng lượng mở  $X_{max} = 8$  lên  $X_{max} = 9 \rightarrow u_{kđ}$
- Chuỗi số cách quãng ở tốc độ thấp
- Do chỉ có 1 đcơ nên không tạo ra  $n_{01}$ , mà dùng chung  $n_{02} \rightarrow$  lượng mở vượt quá giới hạn,  $\rightarrow$  giảm  $n_{02} \rightarrow n_0$

## 2.2.5 Tính số răng của các BR trong một nhóm truyền:

- Khi đã biết được các tỷ số truyền trong nhóm → cần tìm số răng cho các BR  $Z_1, Z'_1, Z_2, Z'_2, \dots$  Có 2 TH xảy ra:
- Biết trước khoảng cách trục A: ví dụ như đã có sẵn một vỏ máy, ... → tính số răng:

$$Z_x = \frac{2A}{m(1+u_x)}; Z'_x = u_x Z_x$$

- Chưa biết khoảng cách trục A: xác định số răng theo phương pháp BSCNN: Các BR nằm trên 2 trục song song
- Biết trước các tỷ số truyền, như  $u = 1, u = 1/\varphi^x, u = \varphi^x$   
Rút gọn thành các phân số tối giản

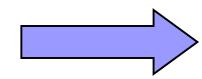
$$u_1 = \frac{f_1}{g_1}; \quad u_2 = \frac{f_2}{g_2}; \quad u_3 = \frac{f_3}{g_3}; \dots \quad u_x = \frac{f_x}{g_x}$$

Nếu cùng môđun, ta có:

$$Z_1 + Z'_1 = Z_2 + Z'_2 = \dots = Z_x + Z'_x = \Sigma Z$$

Mặt khác:

$$u_1 = \frac{f_1}{g_1}; \quad u_2 = \frac{f_2}{g_2}; \quad u_3 = \frac{f_3}{g_3}; \dots \quad u_x = \frac{f_x}{g_x}$$



$$\left\{ \begin{array}{l} Z_x + Z'_x = \Sigma Z \\ u_x = \frac{f_x}{g_x} \end{array} \right.$$

Là hệ 2 pt, 3 ẩn số

■ Giả sử biết được  $\Sigma Z$      $\rightarrow Z_x = \Sigma Z \cdot \frac{f_x}{f_x + g_x}; \quad Z'_x = \Sigma Z \cdot \frac{g_x}{f_x + g_x}$

$Z_x$  và  $Z_x'$  phải là các số nguyên  $\rightarrow \Sigma Z.f_x$  và  $\Sigma Z.g_x$  phải chia hết cho  $(f_x + g_x)$ . Do  $f_x/g_x$  đã tối giản  $\rightarrow \Sigma Z$  phải chia hết cho  $(f_x + g_x)$ :

Tức là:  $\Sigma Z = EK$ , trong đó K: BSCNN của các  $(f_x+g_x)$   
Trong đó E là số nguyên,  $E \geq E_{\min}$ , để số răng nhỏ nhất  $\geq Z_{\min} = 17$

-Khi BR nhỏ nhất làm chủ động:  $E_{\min}^{\text{Chủ}} = \frac{17(f_x + g_x)}{f_x.K}$

-Khi BR nhỏ nhất làm bị động:  $E_{\min}^{\text{Bị}} = \frac{17(f_x + g_x)}{g_x.K}$

- Trường hợp các cặp BR có  $\Sigma Z$  khác nhau  $\rightarrow$  dùng môđun khác nhau
- Cũng có thể dùng BR dịch chỉnh với  $\Delta\Sigma Z = \pm 3$

- Tính số răng các BR cho từng nhóm
- Thông thường  $\Sigma Z_1 < \Sigma Z_2 < \Sigma Z_3$  và  $\Sigma Z \leq 120$
- Trường hợp  $u_x = \frac{f_x}{g_x}$  với  $(f_x + g_x) > 120$  (không tối giản được nữa) → chọn  $u_x \square \frac{f'_x}{g'_x}$  sao cho:  
 $f'_x + g'_x < 120$  chịu sai số tốc độ, với  $[\Delta n] = \pm 10(\varphi - 1)\%$

### Ví dụ tổng hợp:

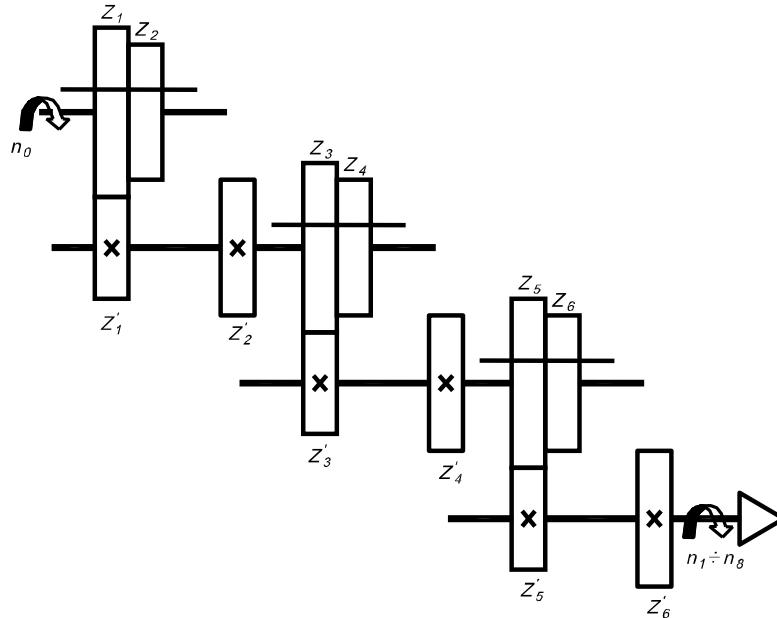
Thiết kế động học HTĐ có  $Z = 8$ ,  $n_{\min} = 160$  vg/ph;  
 $\varphi = 1,26$ .

1. Xác định chuỗi số vòng quay tiêu chuẩn:

$$\begin{array}{ll}
 n_1 = n_{\min} = 160 & n_5 = 400 \\
 n_2 = 200 & n_6 = 500 \\
 n_3 = 250 & n_7 = 630 \\
 n_4 = 315 & n_8 = 800
 \end{array}$$

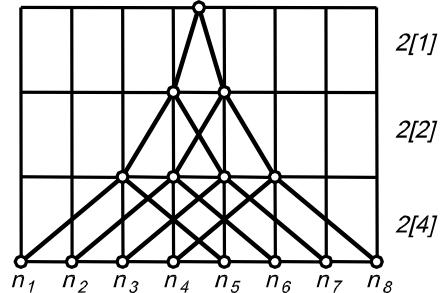
2. Chọn phương án không gian :

$$Z = 2 \times 2 \times 2$$

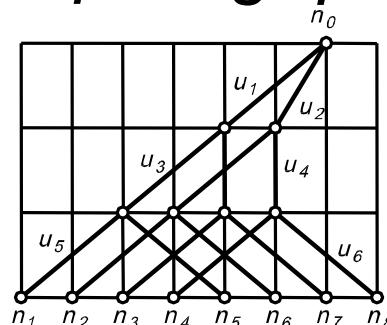


3. Chọn phương án thứ tự:  
I – II – III  
[1] [2] [4]

#### 4. Lối kết cấu và đồ thị vòng quay:

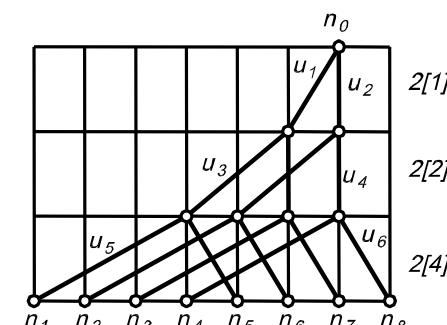


2[1]  
2[2]  
2[4]



2[1]  
2[2]  
2[4]

a)



2[1]  
2[2]  
2[4]

b)

- Nếu chọn đồ thị vòng quay như phương án a) trên hình vẽ → tốc độ quay trực trung gian chưa cao và mức độ tăng tốc và giảm tốc ở trực cuối cùng có lượng mở như nhau.
- Do đó chọn phương án b

## 5. Tính số răng các bánh răng:

Do đã chọn tỷ số truyền cho các nhóm (thể hiện trên ĐTVQ):

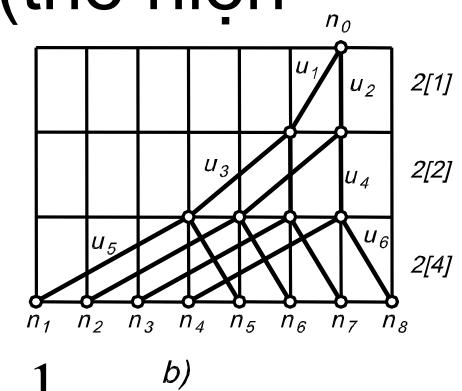
$$u_1 = \frac{1}{\varphi} = \frac{1}{1,26} \approx \frac{1}{1,25} = \frac{100}{125} = \frac{4}{5}; \quad u_2 = 1 = \frac{1}{1}$$

$$u_3 = \frac{1}{\varphi^2} = \frac{1}{1,26^2} = \frac{1}{1,58} \approx \frac{1}{1,6} = \frac{10}{16} = \frac{5}{8}; \quad u_4 = 1 = \frac{1}{1}$$

$$u_5 = \frac{1}{\varphi^3} = \frac{1}{1,26^3} = \frac{1}{2}; \quad u_6 = \varphi = 1,26 \approx \frac{5}{4}$$

- Nhóm I:  $\left. \begin{array}{l} f_1 + g_1 = 4 + 5 = 9 \\ f_2 + g_2 = 1 + 1 = 2 \end{array} \right\} \longrightarrow K = 18$

$$\rightarrow E_{\min} = \frac{17.(4+5)}{4.18} = 3 \quad \rightarrow \Sigma Z_1 = 3.18 = 54$$



- Nhóm II:  $f_3 + g_3 = 5 + 8 = 13$  }  
 $f_4 + g_4 = 1 + 1 = 2$  }

$$\rightarrow E_{\min} = \frac{17.(5+8)}{5.26} = 2 \rightarrow \sum Z_2 = 2.26 = 52$$

- Nhóm III:  $f_5 + g_5 = 1 + 2 = 3$  }  
 $f_6 + g_6 = 5 + 4 = 9$  }

$$\rightarrow E_{\min} = \frac{17.(1+2)}{1.9} = 6 \rightarrow \sum Z_3 = 6.9 = 54$$

■ Từ đó tìm được:

$$Z_1 = \frac{4.54}{(4+5)} = 24 \rightarrow Z'_1 = 30$$

■ Các cặp khác tìm tương tự. Kết quả:

$$\frac{Z_1}{Z'_1} = \frac{24}{30}; \frac{Z_2}{Z'_2} = \frac{27}{27}; \frac{Z_3}{Z'_3} = \frac{20}{32}; \frac{Z_4}{Z'_4} = \frac{26}{26}; \frac{Z_5}{Z'_5} = \frac{18}{36}; \frac{Z_6}{Z'_6} = \frac{30}{24}$$

## CHƯƠNG 2

### THIẾT KẾ ĐỘNG LỰC HỌC MÁY CẮT KIM LOẠI

- 1. Xác định chế độ tải trọng và công suất động cơ điện**
- 2. Cụm trục chính và ổ trục chính**
- 3. Tính thân máy**
- 4. Đường hướng**

# 1. XÁC ĐỊNH CHẾ ĐỘ TẢI TRỌNG VÀ CÔNG SUẤT ĐỘNG CƠ ĐIỆN

## 1.1 Chế độ làm việc giới hạn của máy.

Chế độ cắt gọt, chế độ bôi trơn làm lạnh, an toàn,... Phải qui định chế độ làm việc của máy trước khi đưa vào sử dụng. Xác định chế độ cắt gọt giới hạn của máy làm cơ sở tính toán động lực học máy cắt kim loại.

*Các phương pháp xác định chế độ cắt gọt giới hạn:*

### 1.1.1 Chế độ làm việc cực đại (chế độ cắt gọt)

- Xác định chiều sâu cắt  $t_{\max}$
- Xác định lượng chạy dao  $S_{\max}$
- Từ đó xác định giới hạn tốc độ:  $v_{\min} \div v_{\max}$
- Theo kinh nghiệm:  $t_{\max} = C \sqrt[3]{d_{\max}}$  

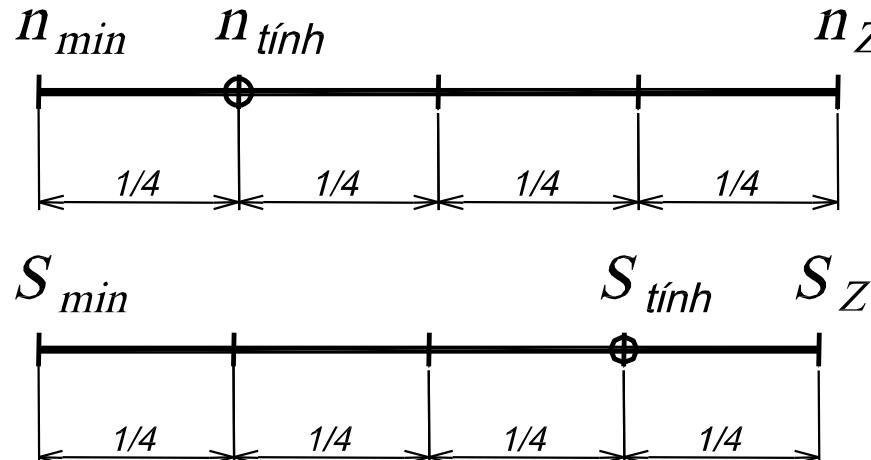
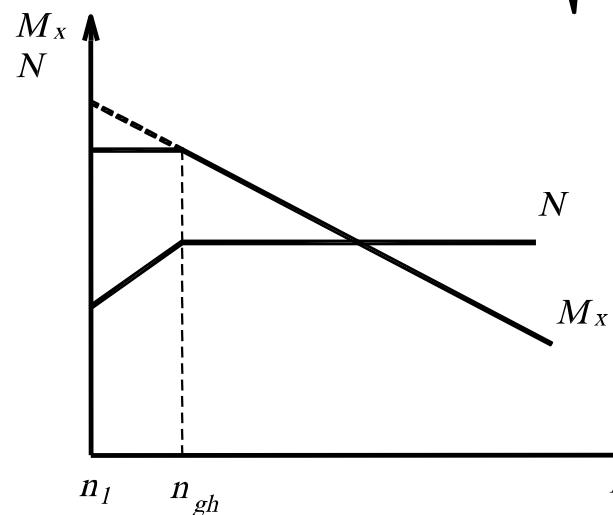
#### Lúc này:

- Toàn bộ ct máy làm việc ở chế độ tải trọng cực đại → kích thước chi tiết lớn → trọng lượng máy tăng lên } Kết cấu máy không nhỏ gọn  
→ Hộp máy to ra
- Trên thực tế, ít khi công nhân cho máy làm việc ở chế độ cực đại
- Độ cứng vững, độ bóng, độ chính xác và trình độ tay nghề, không cho phép máy luôn làm việc với chế độ tải trọng cực đại. Vì vậy sẽ hợp lý nếu chọn chế độ tải trọng khác.

## 1.1.2 Chế độ cắt hợp lý (chế độ cắt gọt tính toán – chế độ tải trọng giới hạn)

- $M_{x\max}$  khi  $n_{\min}, S_{\min}$
- Xác định  $n_{\text{tính}}, S_{\text{tính}}$  theo công thức:

$$n_{\text{gh}} = n_{\text{tính}} = n_{\min} \sqrt[4]{\frac{n_{\max}}{n_{\min}}} = n_{\min} \sqrt[4]{R_n} \quad \left( \text{vì } R_n = \frac{n_{\max}}{n_{\min}} \right)$$



Không tính chế độ cắt ở  $S_{\min}, n_{\min}$  mà tính ở chế độ  $S_{\text{tính}}, n_{\text{tính}}$

### 1.1.3 Chế độ cắt thử:

- Chế độ cắt thử do người thiết kế hay nhà máy chế tạo máy quy định
- Là cơ sở để người thiết kế tính toán sức bền các ctm
- Khi thiết kế máy mới phải dựa theo 1 số máy chuẩn tương tự và chọn chế độ cắt gọt thử của máy tương tự để tính động lực học cho máy.
- Chế độ cắt thử máy vạn năng thông dụng (xem phụ lục). Ví dụ:
  - Máy tiện: phôi thép C45,  $\varnothing 70 \times 350$ , chổng tâm
  - Dao  $45^\circ$  – T15K6,  $n = 400$  vg/ph,  $S = 0,39$  mm/vg  
 $t = 5$  mm
  - Lắp  $\text{W}$  để đo công suất. Kq:  $N_C = 6,5 - 7$  kW  
(thường  $N_{\text{cắt}} = (0,7 - 0,8)N_{\text{đ/c}}$  )

## 1.2 Công suất động cơ điện:

### 1.2.1 Công suất truyền dẫn chính (xích Hộp tốc độ)

- Công suất động cơ:  $N_{đ/c} = N_c + N_{ck} + N_{fụ}$

Trong đó: -  $N_c$  - Công suất cắt

-  $N_{ck}$  - Công suất chạy không  
-  $N_{fụ}$  - Công suất phụ

- Công suất cắt:

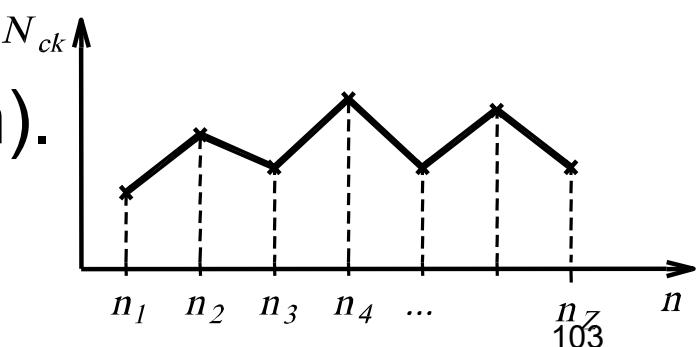
$$N_c = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 102,9,81} (\text{kW}) \quad \eta = \frac{N_c}{N_{đ/c}}$$

Thông thường:  $N_c = (0,7 \div 0,8)N_{đ/c}$

$\eta$  - hiệu suất chung của truyền dẫn

- Công suất chạy không:  $N_{ck} = f(n)$ .

$$N_{ck} = K_m \cdot \frac{d_{tb}}{10^6} (\Sigma n + K_1 n_{tc})$$



- $K_m$  – hệ số phụ thuộc chất lượng chế tạo các chi tiết, điều kiện bôI trơn, lấy  $K_m = 3 \div 6$ .
- $d_{tb}$  - đường kính trung bình của tất cả các ngõng trực của máy (mm) (khi thiết kế đã tính sơ bộ)
- $\sum n(vg/ph)$  – tổng số vòng quay của tất cả các trực, trừ trực chính
- $K_1$  – Hệ số tổn thất công suất riêng tại trực chính,  $K_1 = 1,5$  nếu ổ trực chính là lăn,  $= 2$  nếu là trượt
- $n_{tc}$  (vg/ph) – số vòng quay trực chính

Công suất phụ:  $N_{fụ} = N_{đ/c} \sum_k^1 i_k (1 - \eta_k)$

- $\eta_k$  – hiệu suất các bộ truyền cùng loại (đai, br,...)
- $i_k$  – số lượng các bộ truyền cùng loại

Vậy công suất động cơ:

$$N_{\text{đ/c}} = \frac{N_C + N_{\text{ck}}}{1 - \sum_k i_k (1 - \eta_k)}$$

### 1.2.2 Công suất truyền dẫn chạy dao (2 phương pháp)

a) Tính theo tỷ lệ công suất chính (pp gần đúng)

$$N_{\text{đ/c}}^{\text{CD}} = K \cdot N_{\text{đ/c}}^{\text{chính}}$$

→ Máy tiện, khoan  $K = 0,04$   
→ Máy phay  $K = 0,1 \div 0,15$

Đối với máy phay, công suất chạy dao công tác là 0,7 kW. Nhưng do có chạy dao nhanh nên CS = 1,7 kW

b) Tính theo lực chạy dao cho phép (chính xác hơn)

$$N_{dc}^{CD} = \frac{Q \cdot V_s}{612 \cdot 10^4 \cdot \eta_{CD} \cdot 9,81}$$

- ❖ Q: lực chạy dao cho phép (tra sách)
- ❖  $\eta_{CD} = 0,15 \div 0,2$
- ❖  $V_s$  - tốc độ chạy dao

## 2. CỤM TRỤC CHÍNG VÀ Ô TRỤC CHÍNH

### 2.1 Trục chính:

- Trục quan trọng nhất
- Truyền chuyển động cho dao hoặc chi tiết

#### 2.1.1 Yêu cầu đối với trục chính:

- Đảm bảo độ cứng vững:** trục cong → ồn, cổ trục chóng mòn, các chi tiết khó di trượt. Biện pháp tăng cứng vững: tăng D, giảm L, dùng gối đỡ phụ, giảm chi tiết truyền động trên trục, lắp các chi tiết gần gối trục.
- Độ chịu mòn cao:** để đảm bảo độ chính xác gia công
- Chuyển động êm, chính xác**

## *2.1.2 Điều kiện kỹ thuật của trục chính:*

- Sai số cho phép về hình dáng, kích thước: độ ô van, độ côn, độ đảo, độ lệch tâm...
- Độ cứng, độ bóng của cổ trục

Độ cứng của cổ trục quay trong ổ trượt khi:

-  $n > 1000 \text{v/ph} \rightarrow \text{HRC} = 54 \div 60$

-  $n = 300 \div 1000 \text{v/ph} \rightarrow \text{HRC} > 220$

-  $n < 300 \text{v/ph} \rightarrow \text{không cần yêu cầu của HRC}$

- Độ không cân bằng cho phép của trục

### 2.1.3 Tính trực chính:

□ Tính trên cơ sở đảm bảo độ bền và độ cứng vững.

➤ **Tính bền:**

a. *Trục chính chỉ chịu mômen xoắn:*

$$W_p \cdot \tau_c = M_x$$

$W_p$ : mômen chống xoắn:  $W_p = \frac{\pi d^3}{16} (\text{cm}^3)$

$\tau_c$ : ứng suất xoắn cho phép

$M_x$ : mômen xoắn:  $M_x = 7162 \cdot 10^4 \frac{N}{n} (\text{Nm})$

$$\Rightarrow d = C \cdot \sqrt[3]{\frac{N}{n}} (\text{cm})$$

$$\text{Với } C = \sqrt[3]{\frac{71620 \cdot 16}{\pi \cdot \tau_c}} (\text{cm})$$

N: công suất trực phải truyền

N: tốc độ quay của trục

C: hằng số phụ thuộc vật liệu

Nếu trục dài hơn 1m: → góc xoắn  $\varphi = \frac{M_x \cdot l}{J_p \cdot G} \leq [\varphi] = \frac{1^0}{4}$

$J_p$ : mômen quán tíng độc cực ( $m^4$ )

G: môđun chống xoắn.  $G_{thép} = 8 \cdot 10^{10} (N/m^2)$

$$\frac{1^0}{4} \cdot \frac{\pi}{180} = \frac{M_x \cdot 0,1}{\frac{d^4 \pi}{32} \cdot 8 \cdot 10^{10}}$$

$$\Rightarrow d = 13 \cdot \sqrt[4]{\frac{N}{n}} (\text{cm})$$

b. Trục chính có cả mômen uốn và xoắn:

Theo công thức ứng suất tương đương của Mohr:

$$\sigma_t = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} = \frac{\sqrt{M_u^2 + M_x^2}}{W}$$

$W_p$ : mômen uốn (Nm)

$W_x$ : mômen xoắn (Nm)

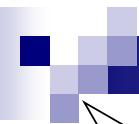
$W$ : mômen chống uốn ( $m^3$ ):  $W = \frac{\pi d^3}{32} (m^3)$

với trục rỗng có đường kính trong  $d_0$ :

$$W = \frac{\pi(d^4 - d_0^4)}{64 \frac{d}{2}} = \frac{\pi d^3}{32} \left(1 - \frac{d_0^4}{d^4}\right) (m^3)$$

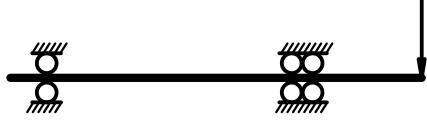
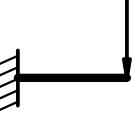
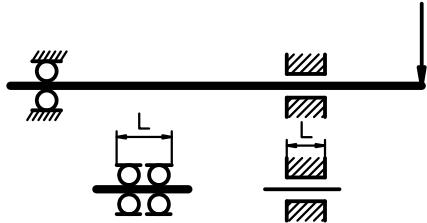
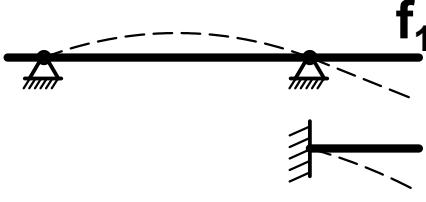
$$\Rightarrow d = 2,17^3 \sqrt{\frac{[k_\sigma(1+c_1)M_{uc}]^2 + \left[\left(\frac{\sigma-1}{\sigma_T} + k_\tau c_2\right)M_{xc}\right]^2}{(1-\xi^4)\frac{\sigma-1}{n}}} \text{ (m)}$$

- $\xi = d_0/d$
- n: hệ số an toàn
  - . Tính chính xác, biết đặc tính việu:  $n = 1,25 \div 1,50$
  - . Không chính xác:  $n = 3 \div 4$
  - . Trị số thường dùng:  $n = 1,5 \div 3$



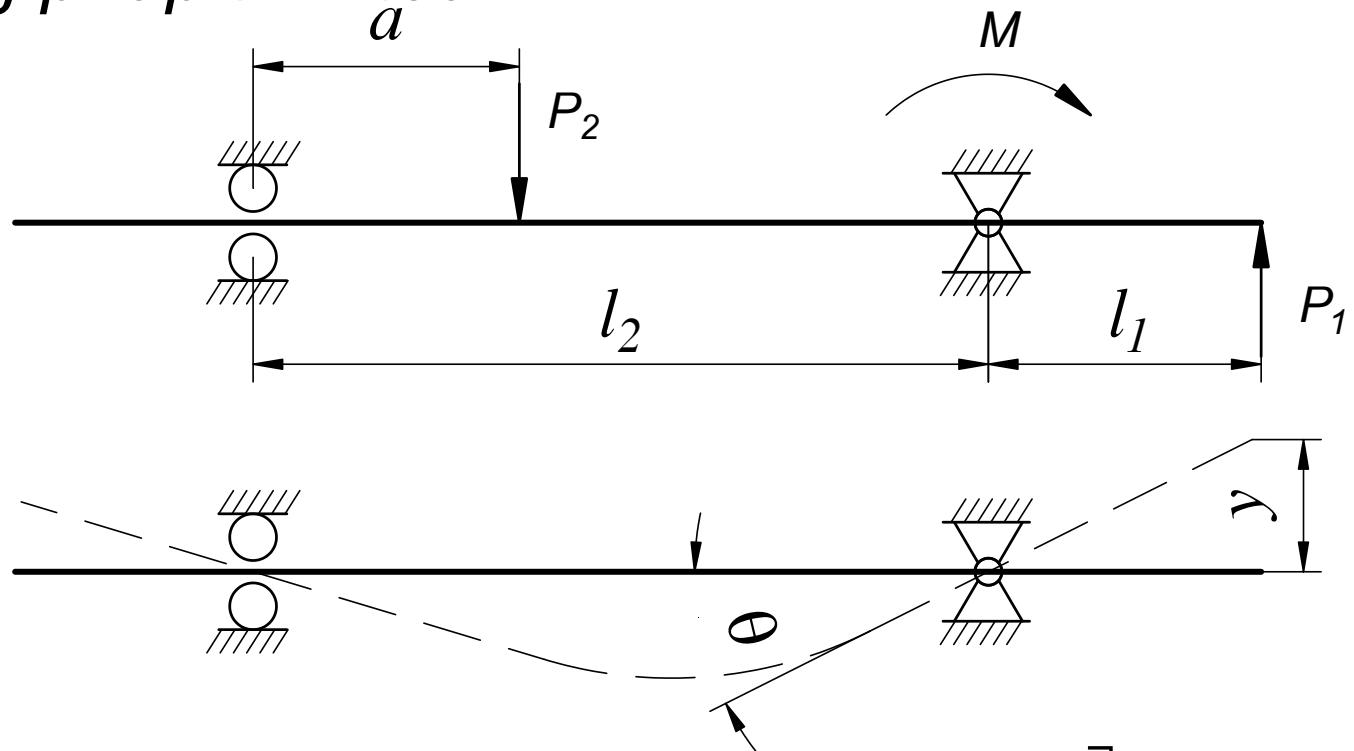
## ➤ Tính theo cứng vững:

### a. Các sơ đồ tính toán:

Ký hiệu trực chính	Sơ đồ tính toán	Ghi chú
		
		
	 $L > 50$ mới tính $M_f$	$M_f = 0,3 \div 0,35 M_u$
		$f = f_1 + f_2; y = y_1 + y_2$ $y_1$ : bd do ô bậc có độ hở hướng kính. $y_2$ : bd ở đầu mút

b. Xác định độ võng, góc xoay:

➤ Phương pháp tính toán:

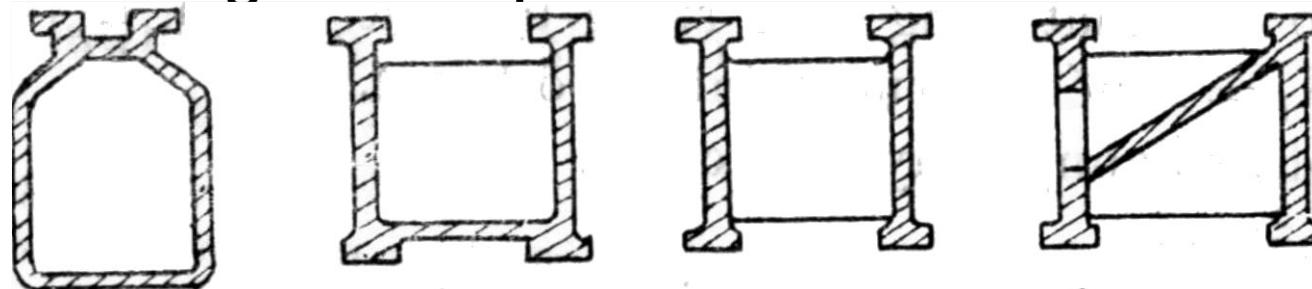


$$y = \frac{1}{3EJ} \left[ P_1 l_1^2 (l_1 + l_2) - 0,5 P_2 \cdot a (l_2^2 - a^2) \frac{l_1}{l_2} - M l_1 l_2 \right]$$

$$\theta = \frac{1}{3EJ} \left[ P_1 l_1 l_2 - 0,5 P_2 \cdot \frac{a}{l_2} (l_2^2 - a^2) - M l_2 \right]$$

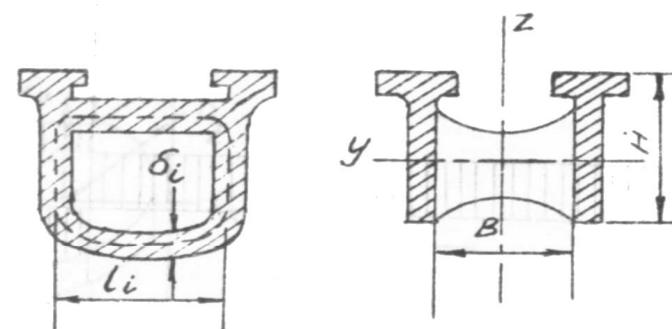
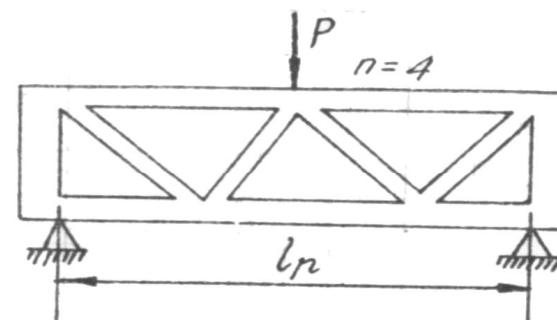
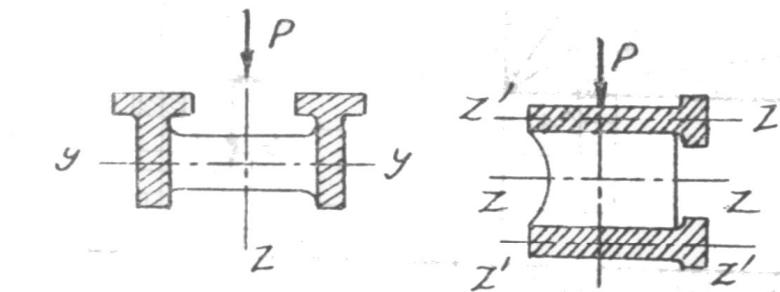
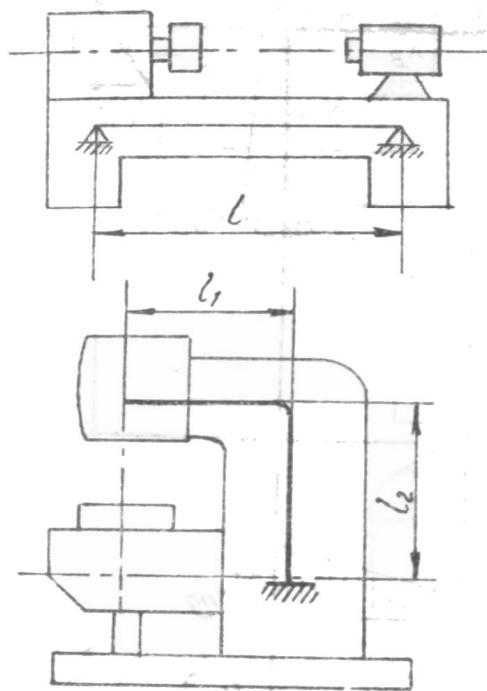
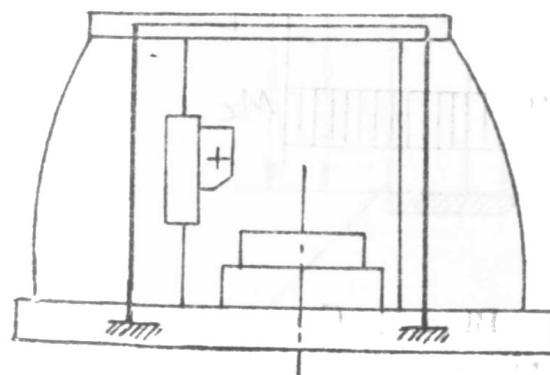
### 3. TÍNH THÂN MÁY:

- Trụ máy, sà ngang, vỏ HTĐ, HCD,... Dùng để lắp các bộ phận của máy → máy
- Phải đảm bảo tính ổn định khi làm việc: biến dạng ít, chống rung động,...
- Cứng vững, ta quan tâm:
  - uốn  $f < [f]$
  - xoắn  $\phi < [\phi]$
- Thường chế tạo bằng gang xám: **GX15 – 32, GX21 – 40**  
Có thể bằng thép đúc, thép hàn, máy hạng nặng có thể là bê tông cốt thép



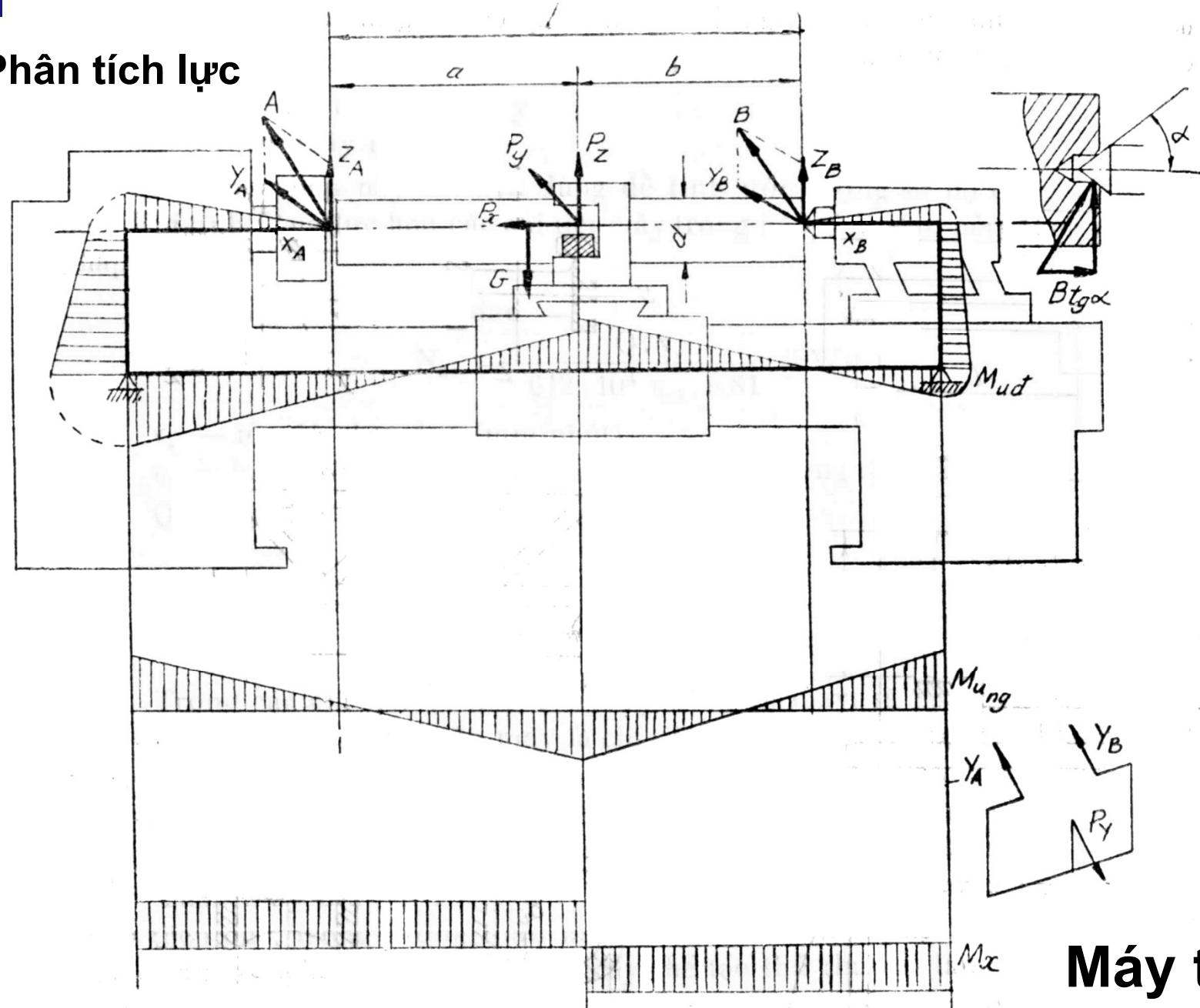
Tiết diện ngang thân máy

## Lập sơ đồ



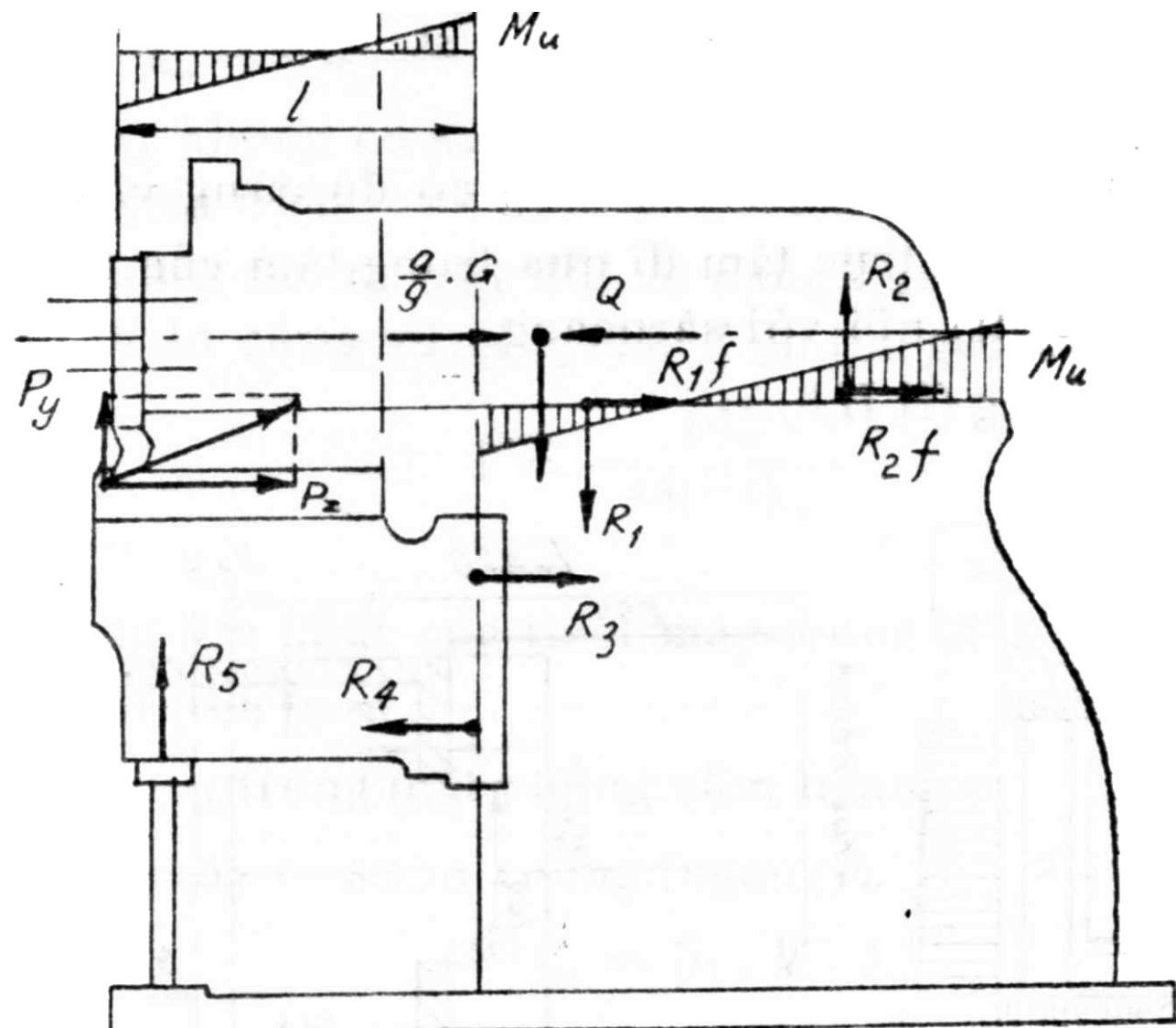
Các SĐ tính toán và tiết diện  
ngang của thân máy

## Phân tích lực



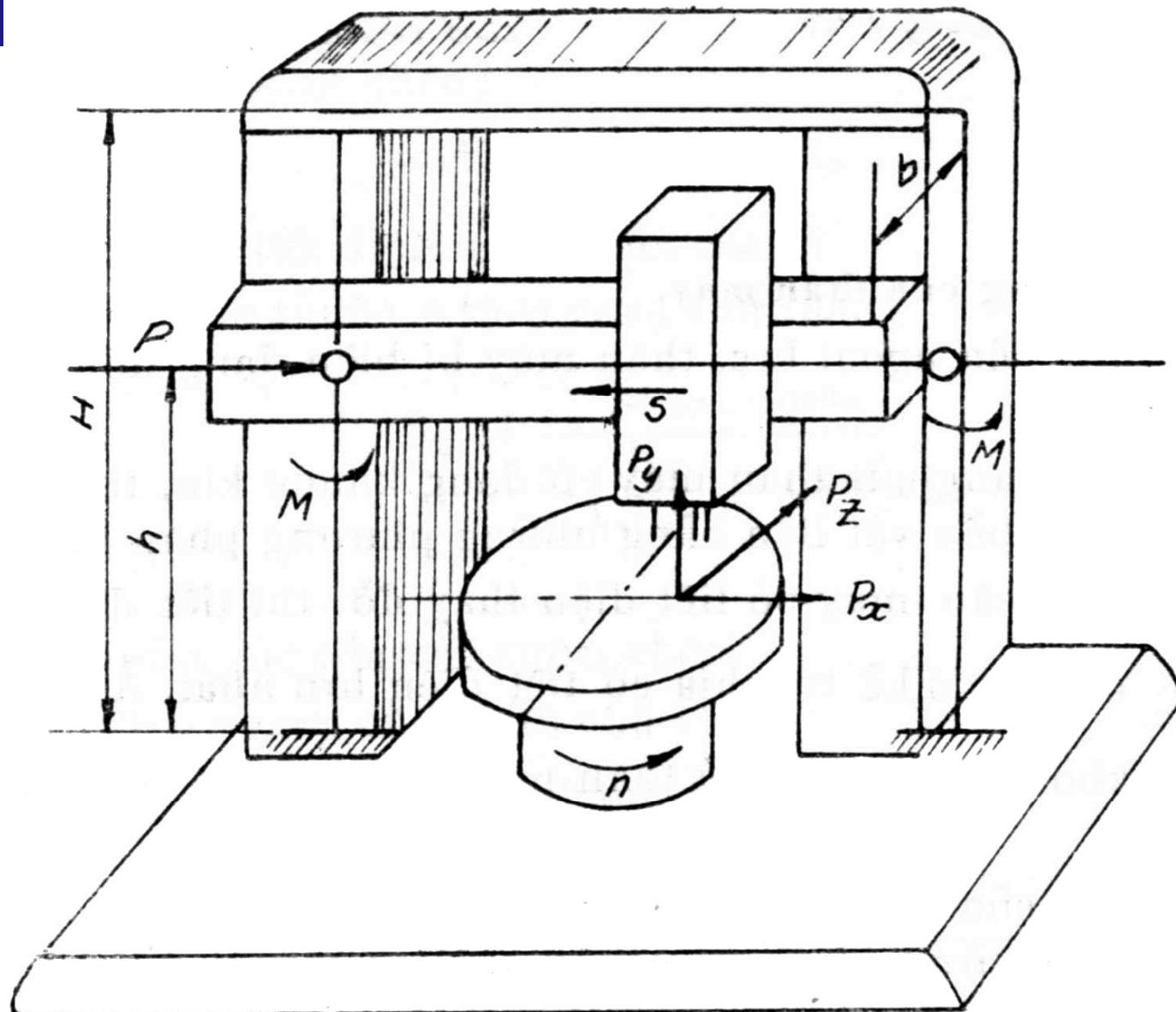
**Máy tiện**  
116

- Đối với máy tiện, vị trí của dao gây xấu nhất cho hệ thống là:  $a = l / \sqrt{3}$
- $P_z, P_x$  gây uốn
- $P_y$  gây xoắn (thực tế  $P_z$  cũng gây xoắn, nhưng nhỏ nề được bỏ qua) ►
- Tính độ võng, góc xoay.

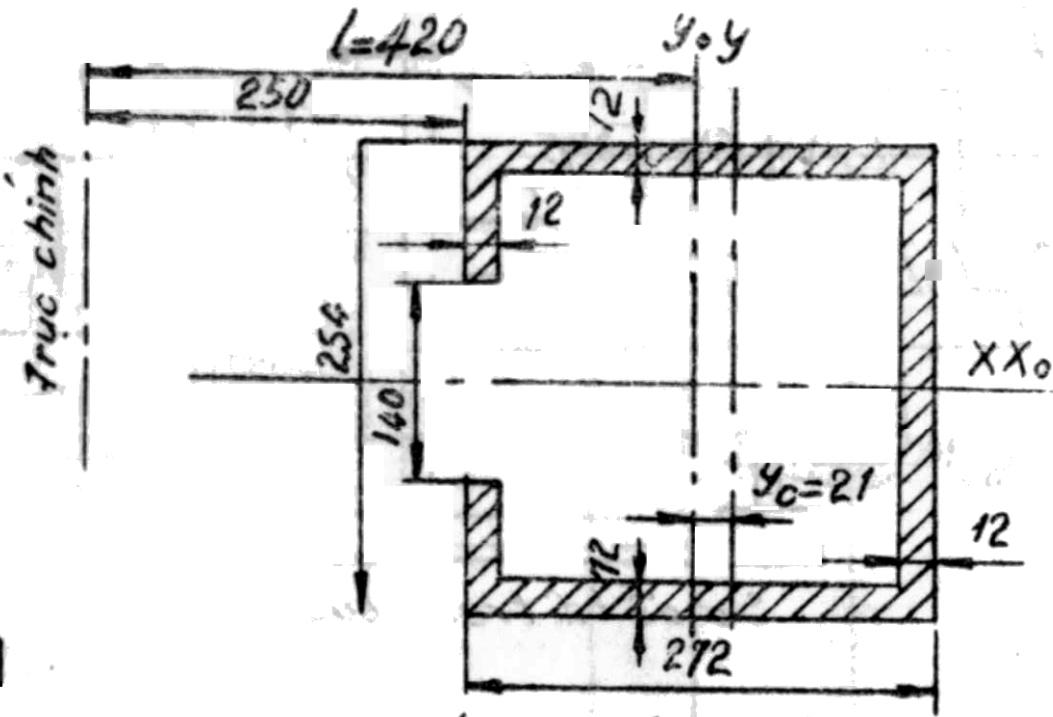
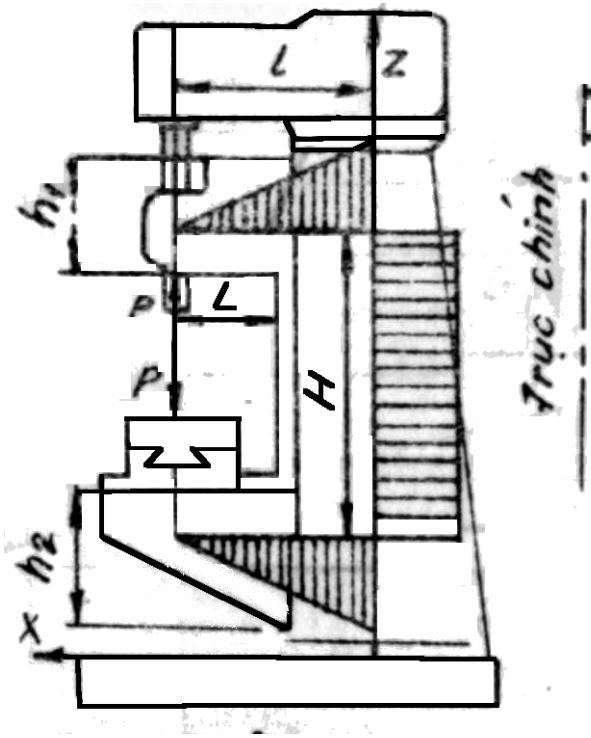


Sơ đồ tải trọng của máy bào ngang

## Máy bào



Phân tích Lực tác dụng lên máy có  
dạng hình cung (tiền dường)



# **Sơ đồ tải trọng của máy khoan đứng K125, $P = 750$ KG**

# Tiết diện tính toán của trụ đứng

## 4. ĐƯỜNG HƯỚNG

### 4.1 Đường hướng trượt (sóng trượt):

Yêu cầu:

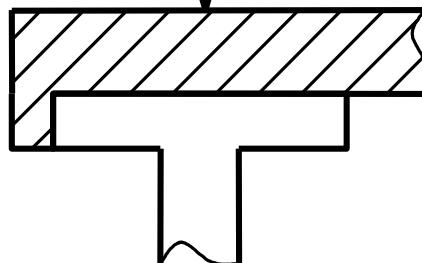
- Đảm bảo chính xác
- Đảm bảo độ chịu mài mòn cao: tuổi thọ.

→ đảm bảo áp suất  $p \leq [p]$

→ Mòn ít nhất của một cặp chuyển động (cơ khí) khi  
cơ tính của chúng khác nhau (vật liệu, độ cứng,  
phương pháp gia công,...)

→ Ví dụ: Băng máy được tói, bàn máy không được tói

Các dạng:

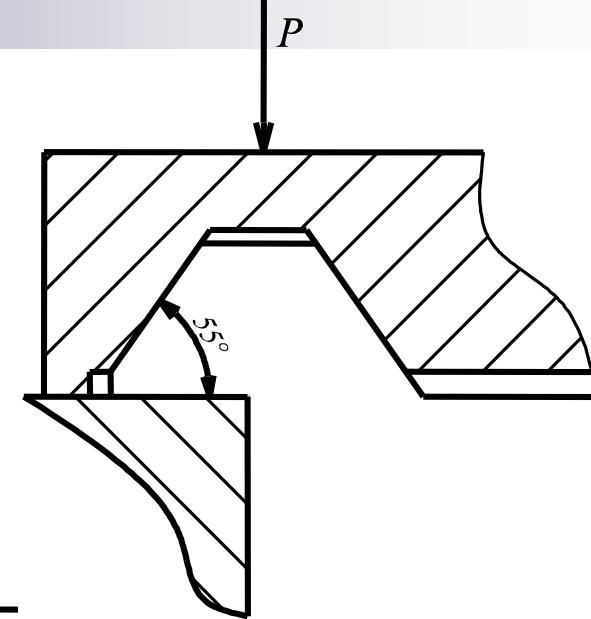
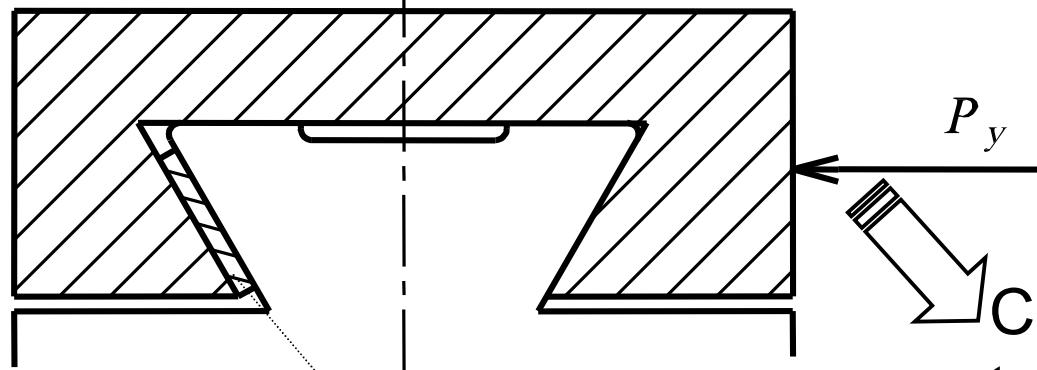


- Khả năng tải tốt
- Bôi trơn dễ
- Mòn khó điều chỉnh

-Lực tác dụng vào mặt  
trượt nhỏ → Bền mòn tốt

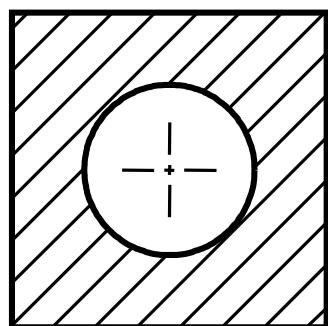
-Tự điều chỉnh khe hở

-Bôi trơn kém



Chú ý đến chiều lực  $P_y$  để  
tránh phá huỷ chêm

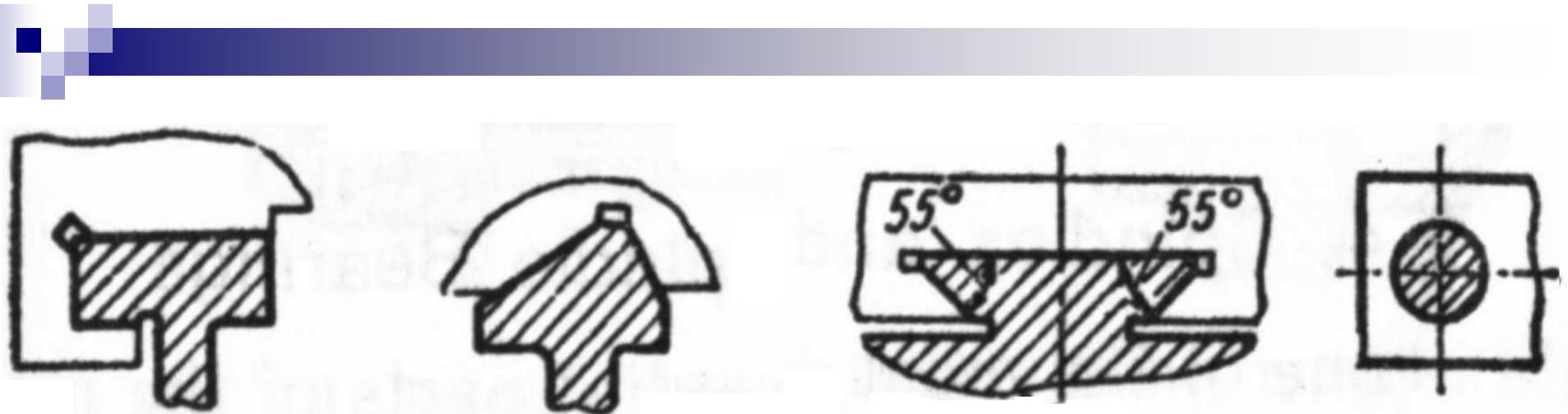
Chêm (chỉnh khe hở)



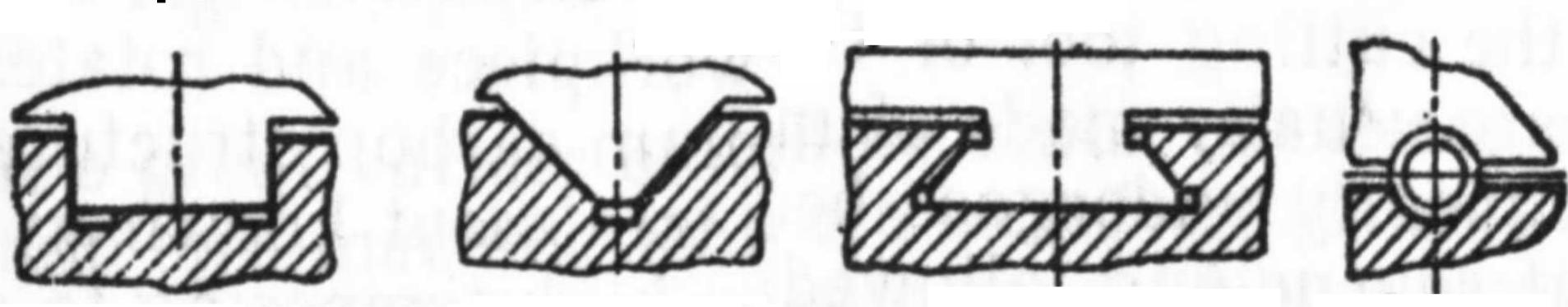
-Chống lật tốt

-Dễ gia công

-Không điều chỉnh được khi mòn → không  
dùng cho các chuyển động chính xác



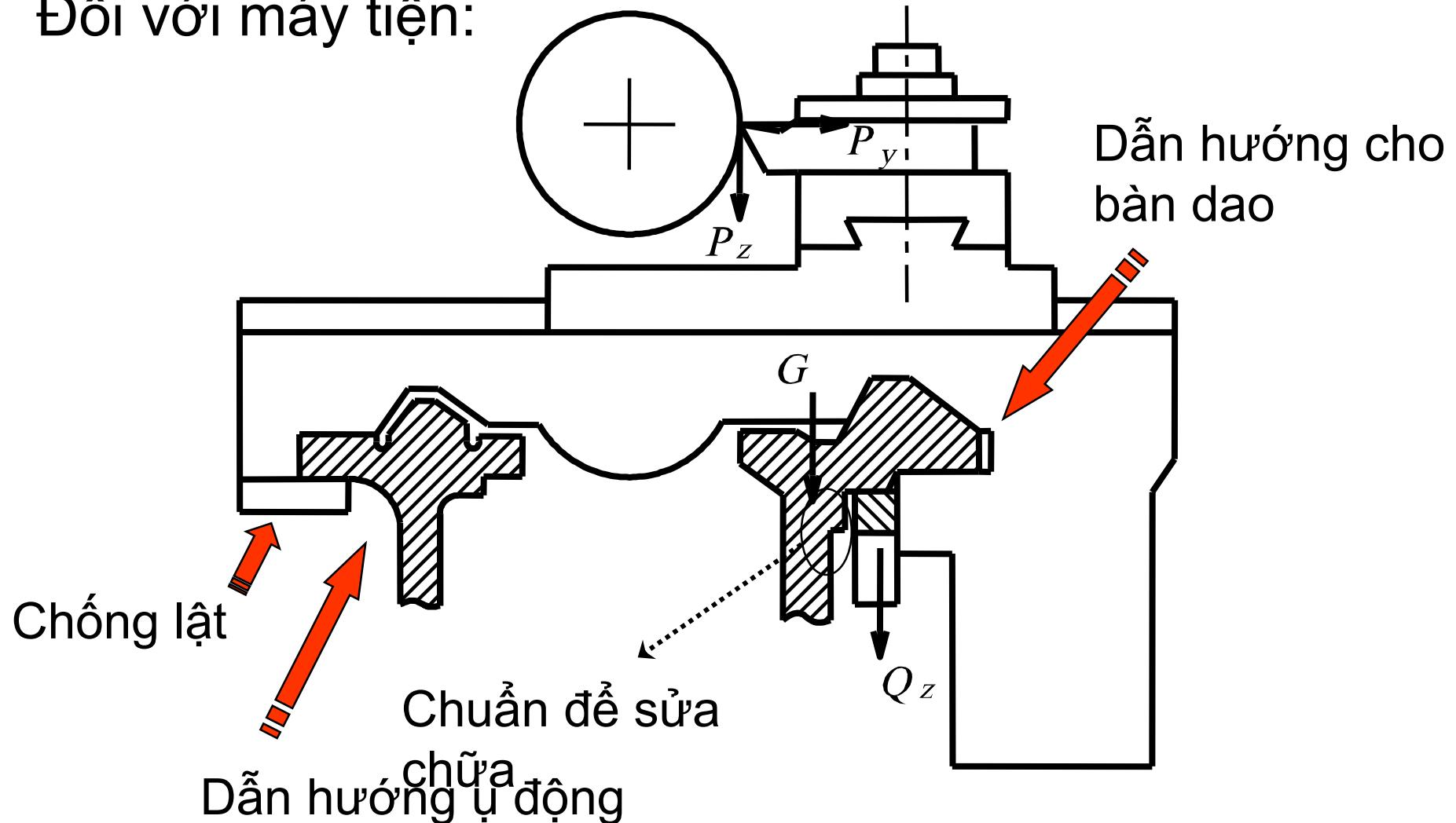
**Đường hướng là chi tiết  
“đực”**



**Đường hướng là chi tiết “cái”**

- Ví dụ:

Đối với máy tiện:



## 4.2 Đường hướng lăn:

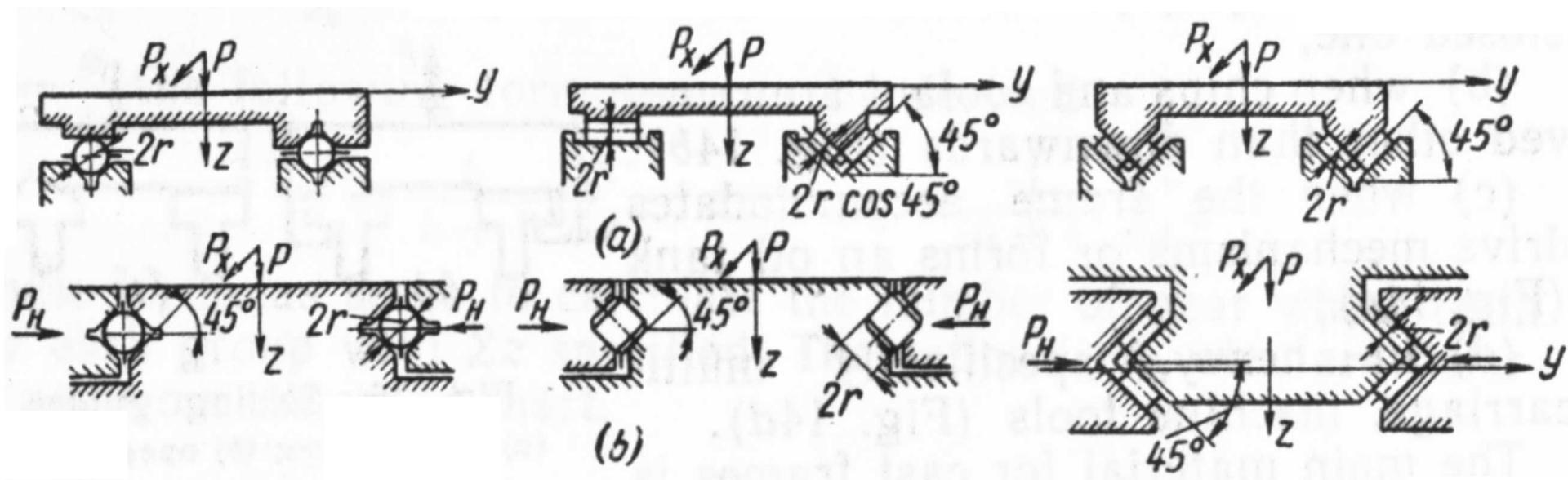
Đặc điểm:

- Ma sát nhỏ
- Tải trọng nhỏ

Một số loại:

a) Loại mở

b) Loại đóng kín



## CHƯƠNG 3

### ĐIỀU KHIỂN BẰNG CƠ KHÍ – BÔI TRƠN VÀ LÀM NGUỘI

1. Điều khiển bằng cơ khí
2. Bôi trơn và làm nguội

# 1. ĐIỀU KHIỂN BẰNG CƠ KHÍ:

## 1.1 Yêu cầu và chức năng

### 1.1.1 Chức năng:

- ❖ Đóng mở động cơ điện
- ❖ Đóng mở truyền động chính
- ❖ Đóng mở truyền động chạy dao
- ❖ Thay đổi số vòng quay và lượng chạy dao, đảo chiều cá chuyển động
- ❖ Định vị, kẹp chặt, bôi trơn,...

### **1.1.2 Yêu cầu:**

- ❖ An toàn
  - Khoá liên động các cơ cấu điều khiển (*không đồng thời đóng 2 chuyển động*)
  - Định vị cơ cấu điều khiển ở mỗi vị trí của nó.
- ❖ Hạn chế hành trình
- ❖ Điều khiển phải nhanh

### **1.1.3 Phân loại:**

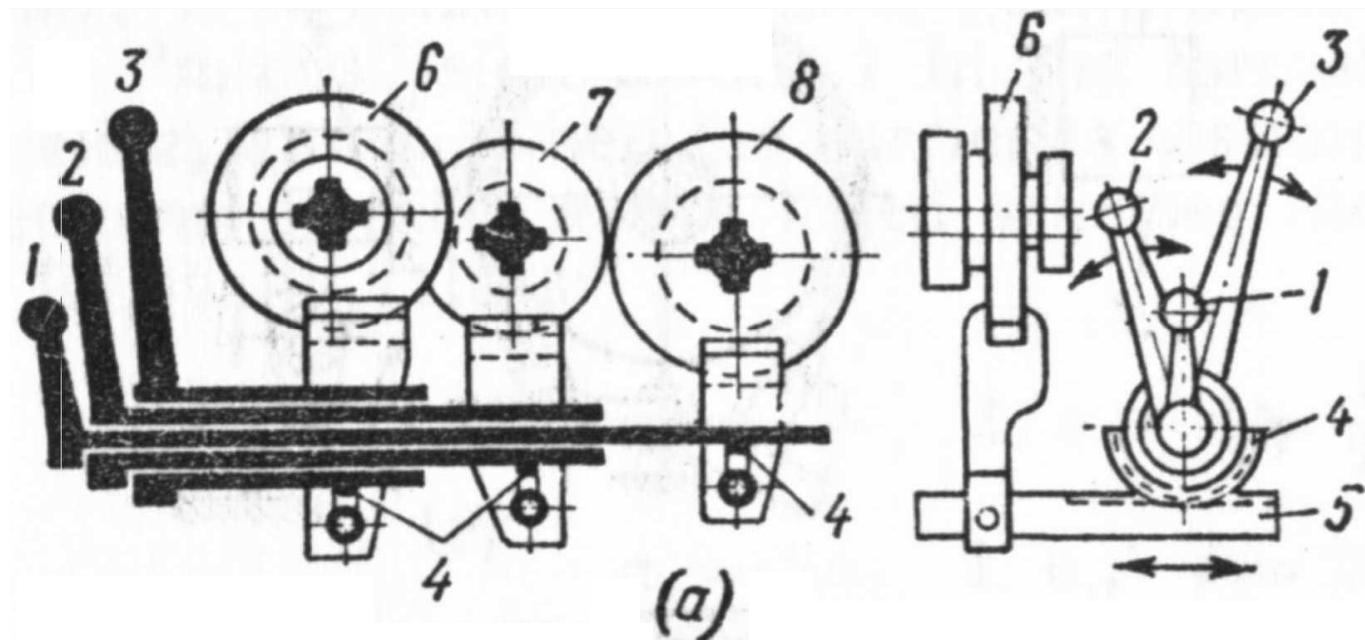
- ❖ Gạt phân tán → nhiều tay gạt (gạt từng khối bánh răng)
- ❖ Gạt tập trung: Dùng một tay gạt để gạt tất cả các BR (P82). Một tay gạt gạt một vài khối BR (T620)

## 1.2 Hệ thống điều khiển cơ khí của máy:

Bao gồm 3 cụm chủ yếu sau:

- Cơ cấu điều khiển: để người sd máy điều khiển
- Cơ cấu trung gian
- Cơ cấu chấp hành: liên hệ trực tiếp với các khối BR di trượt.

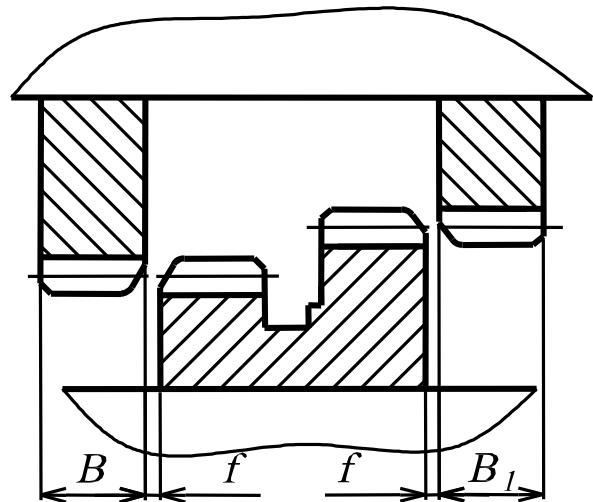
Gạt riêng rẽ:



## Gạt tập trung: (chú ý đến hành trình gạt)

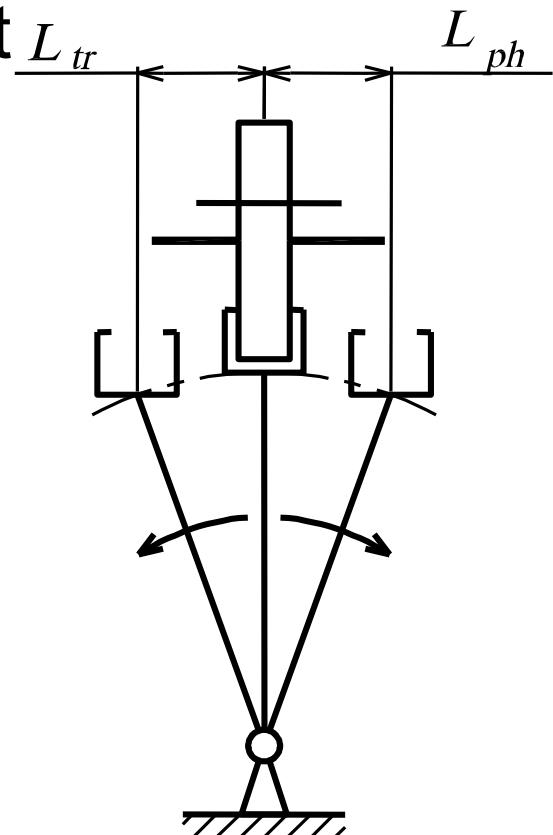
➤ Các tính toán cụ thể khi thiết kế:

- Xác định hành trình gạt
- Các tính toán cụ thể cho 1 số càng gạt, cam gạt điển hình
- Lập bảng chu kỳ gạt, vẽ đường khai triển của cam

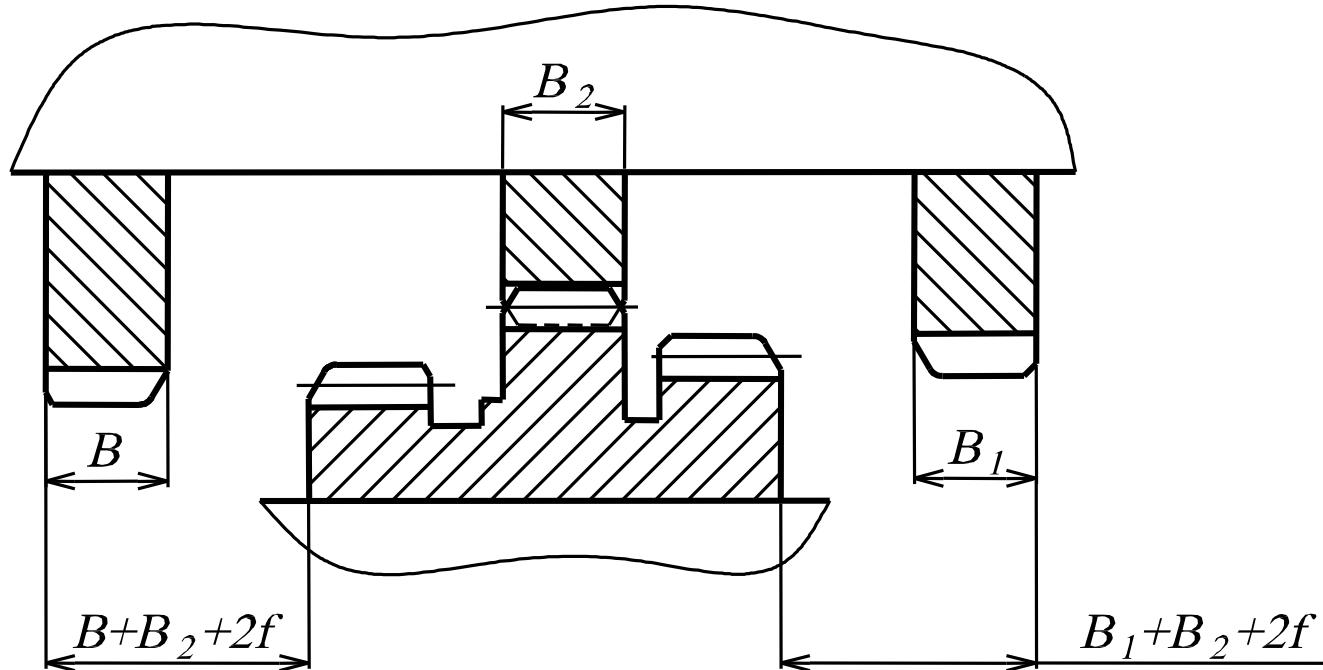


$$L_{tr} = B + f$$

$$L_{ph} = B_1 + f$$



## Tương tự đối với khối BR 3 bậc



Ví dụ:

Thiết kế HTĐK để gạt 2 khối BR A và B như hình vẽ:

**Yêu cầu:** Một vòng quay của cam thì điều khiển được 6 tốc độ (điều khiển khối A,B).

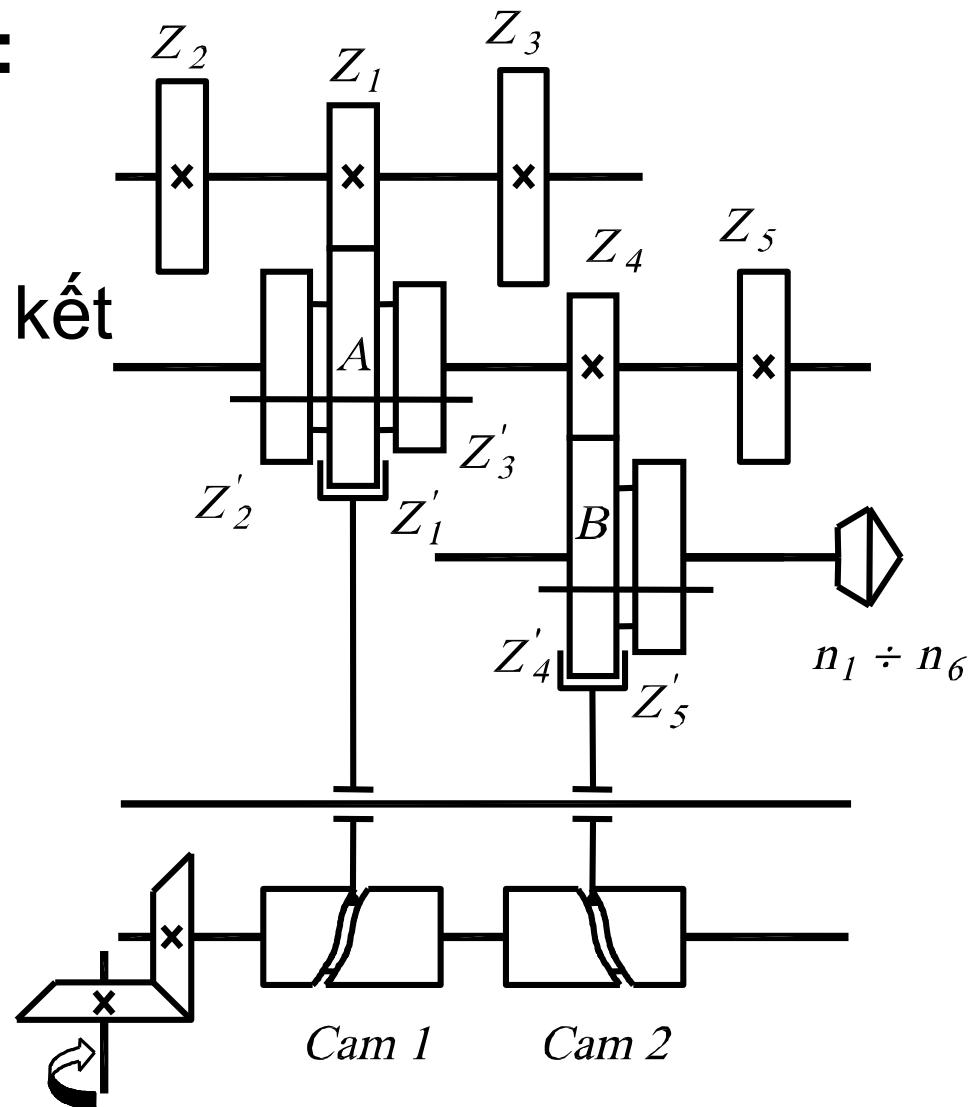
# 1. Thành lập chu kỳ gạt:

Cơ sở: dựa vào lưới kết  
cấu, đồ thị vòng quay và kết  
cấu cụ thể:

PAKG:  $Z = 3 \times 2$

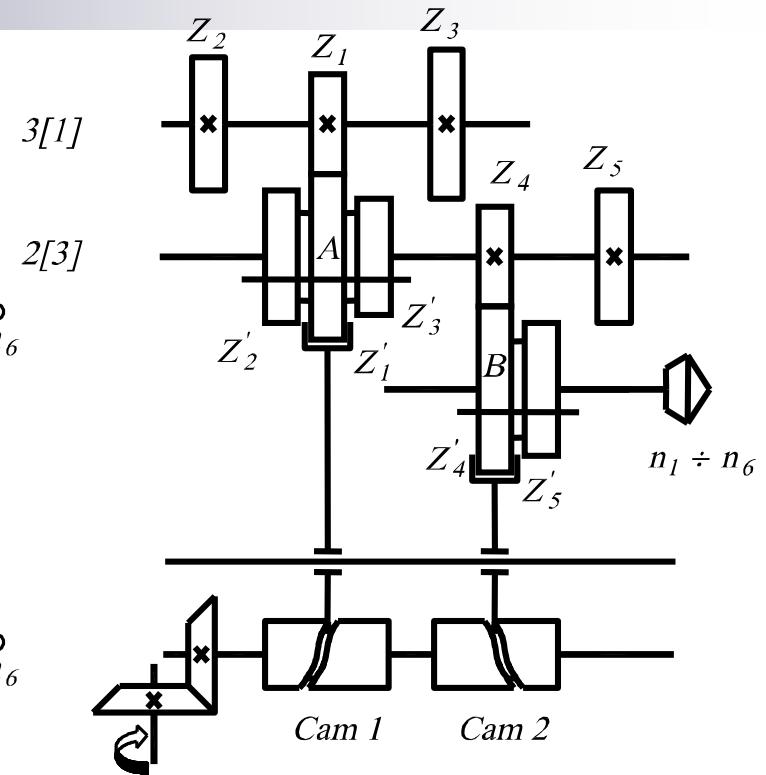
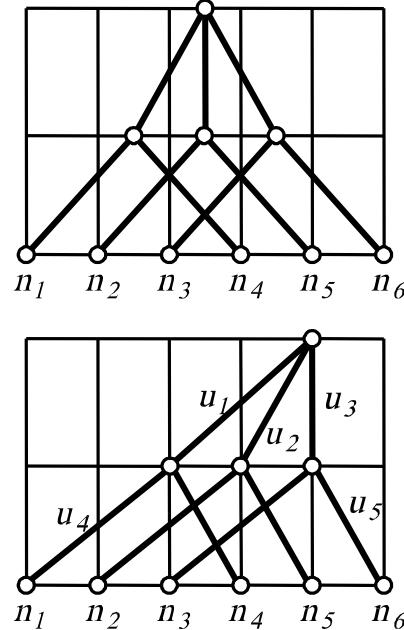
I      II

[1] [3]





	A			B	
	T	G	P	T	P
$n_1$		+/-			+
$n_2$	+/-			+	
$n_3$		+/-		+	
$n_4$		+/-			+
$n_5$	+/-				
$n_6$			+/-		+

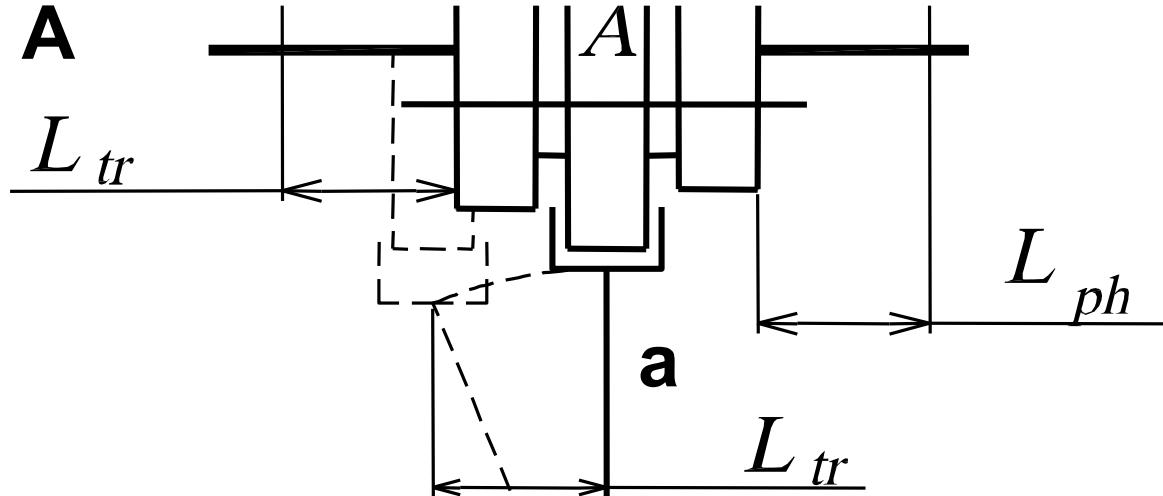


## 2. Chọn cơ cấu gạt:

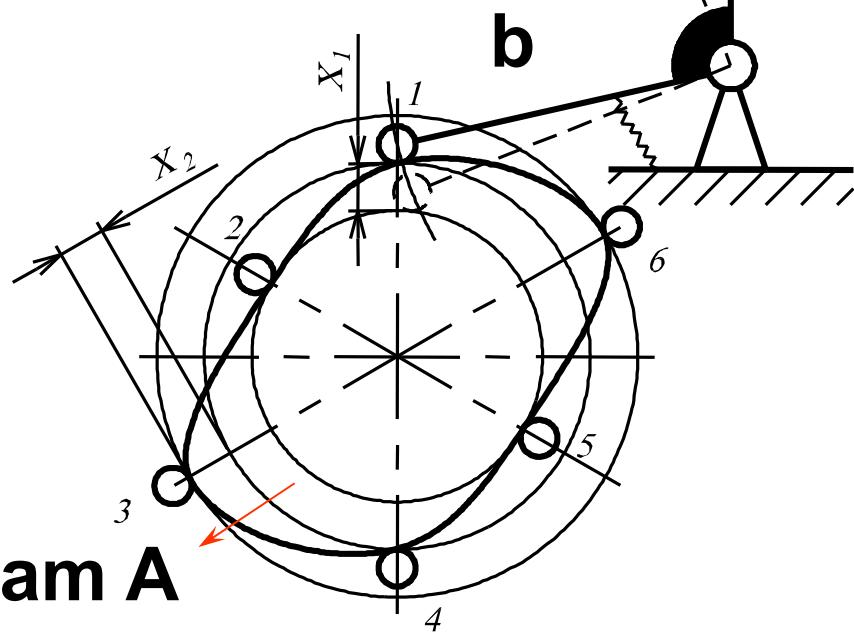
a) Cơ cấu cam:

- Cam thùng (Quỹ đạo quấn lên 1 hình trụ)
- Cam đĩa (Quỹ đạo quấn lên 1 hình tròn)

## Khối A



**X:** lượng nâng của cam



Cam A

$$\frac{X_1}{L_{tr}} = \frac{b}{a} \rightarrow X_1 = \frac{b}{a} \cdot L_{tr}$$

Tương tự, ta có:

$$X_2 = \frac{b}{a} \cdot L_{ph}$$

Cam B được thiết kế tương tự

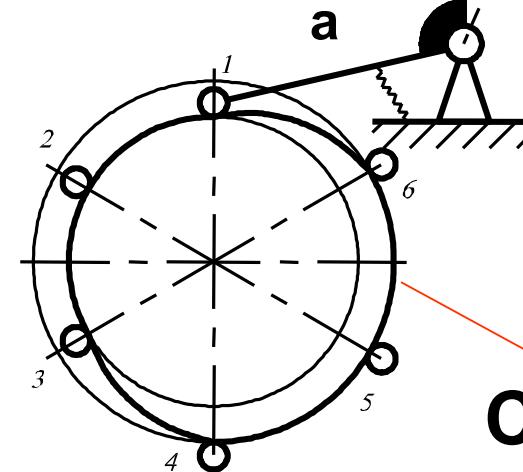
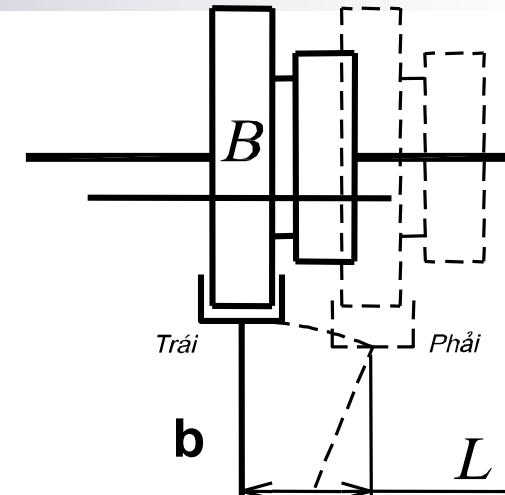
Sau khi thiết kế được 2 cam,  
2 cam sẽ được lắp trên cùng  
một trục.

Lượng nâng của cam:

$$X = \frac{b}{a} \cdot L$$



Đối với cam thùng?



**Cam B**

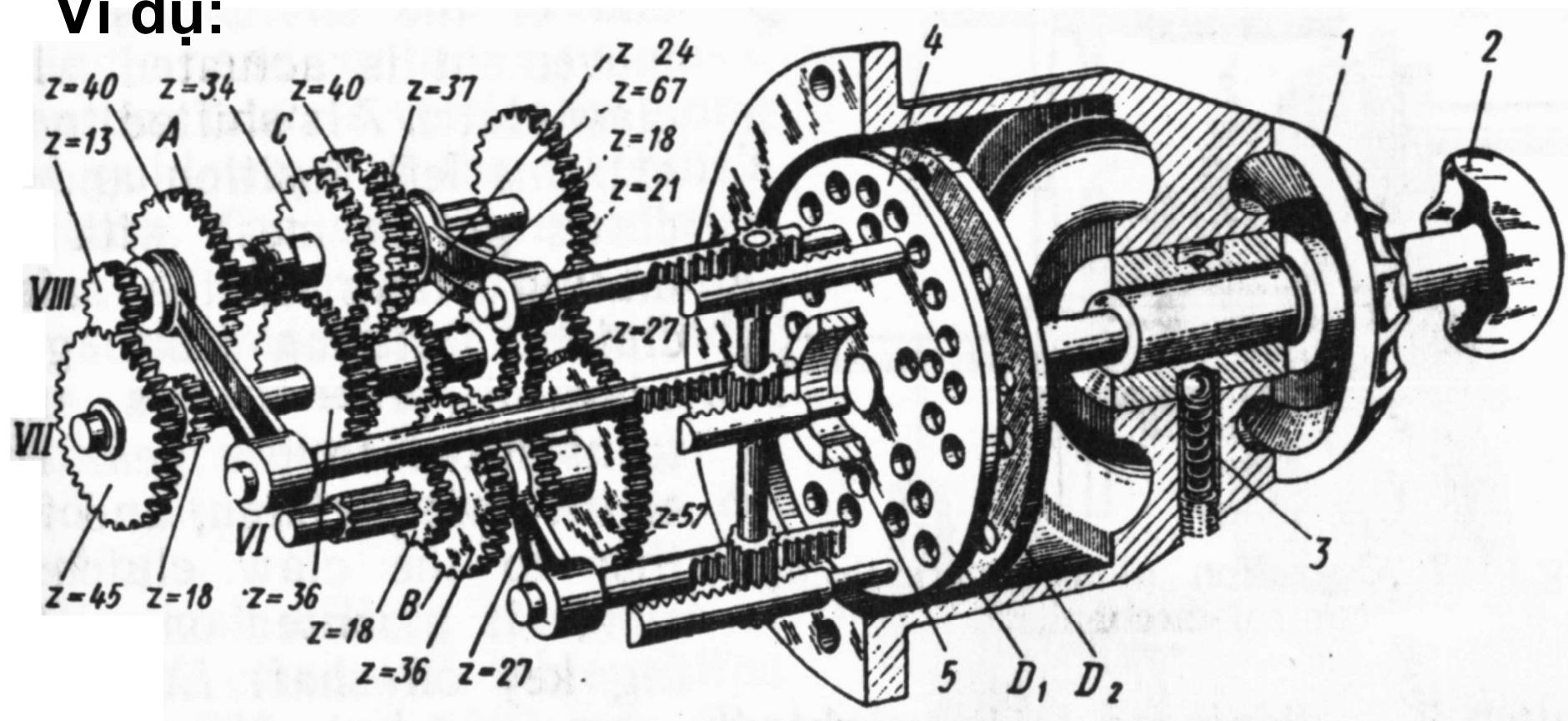


Acsimet

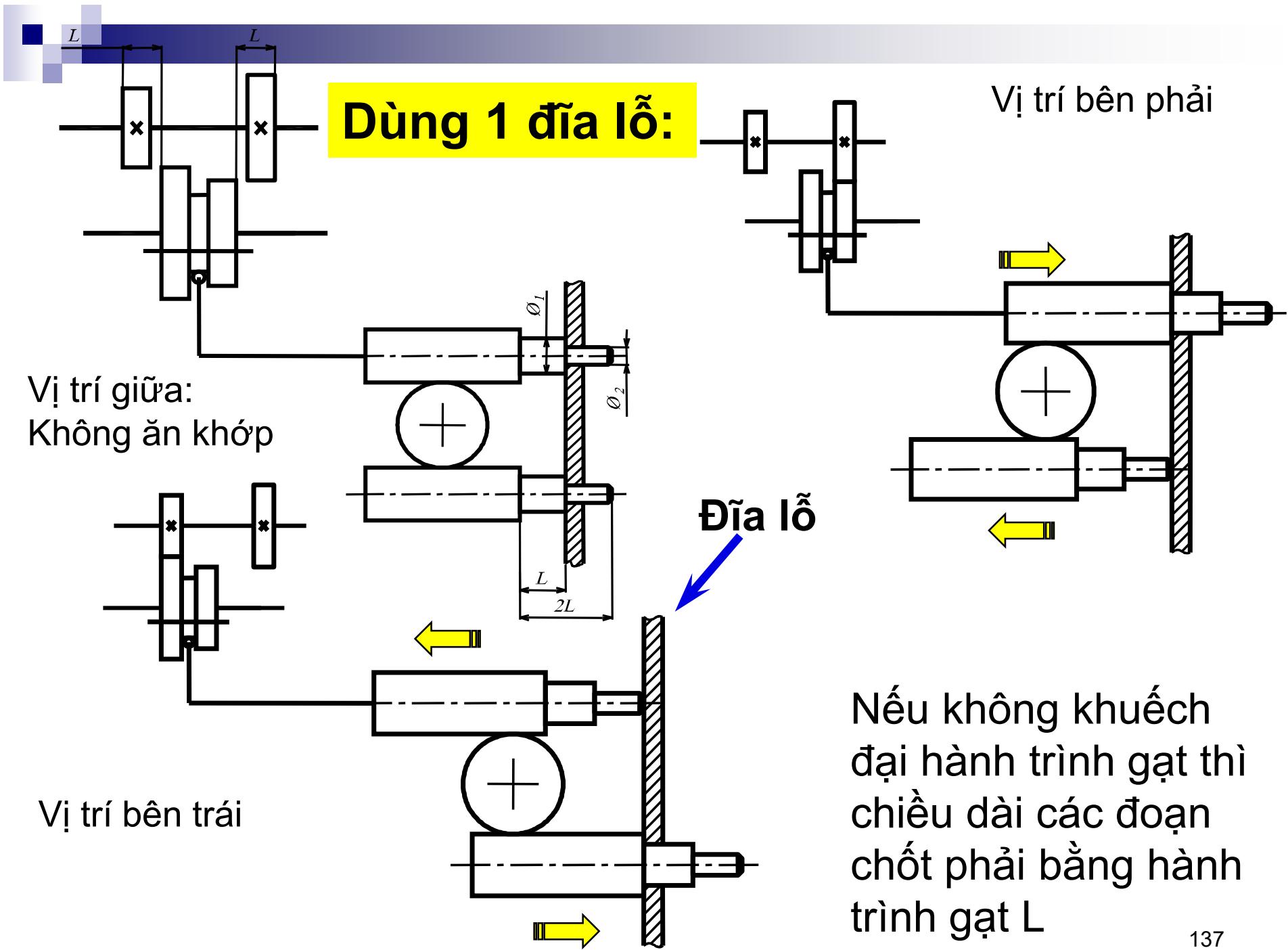
## b) Đĩa lỗ:

- Dùng 1 đĩa lỗ (chốt phải có bậc).
- Dùng 2 đĩa lỗ

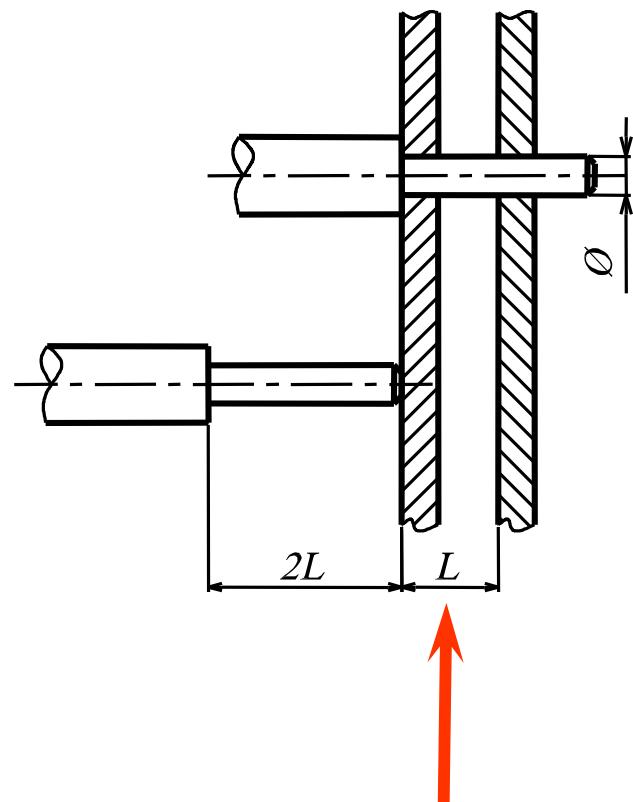
Ví dụ:



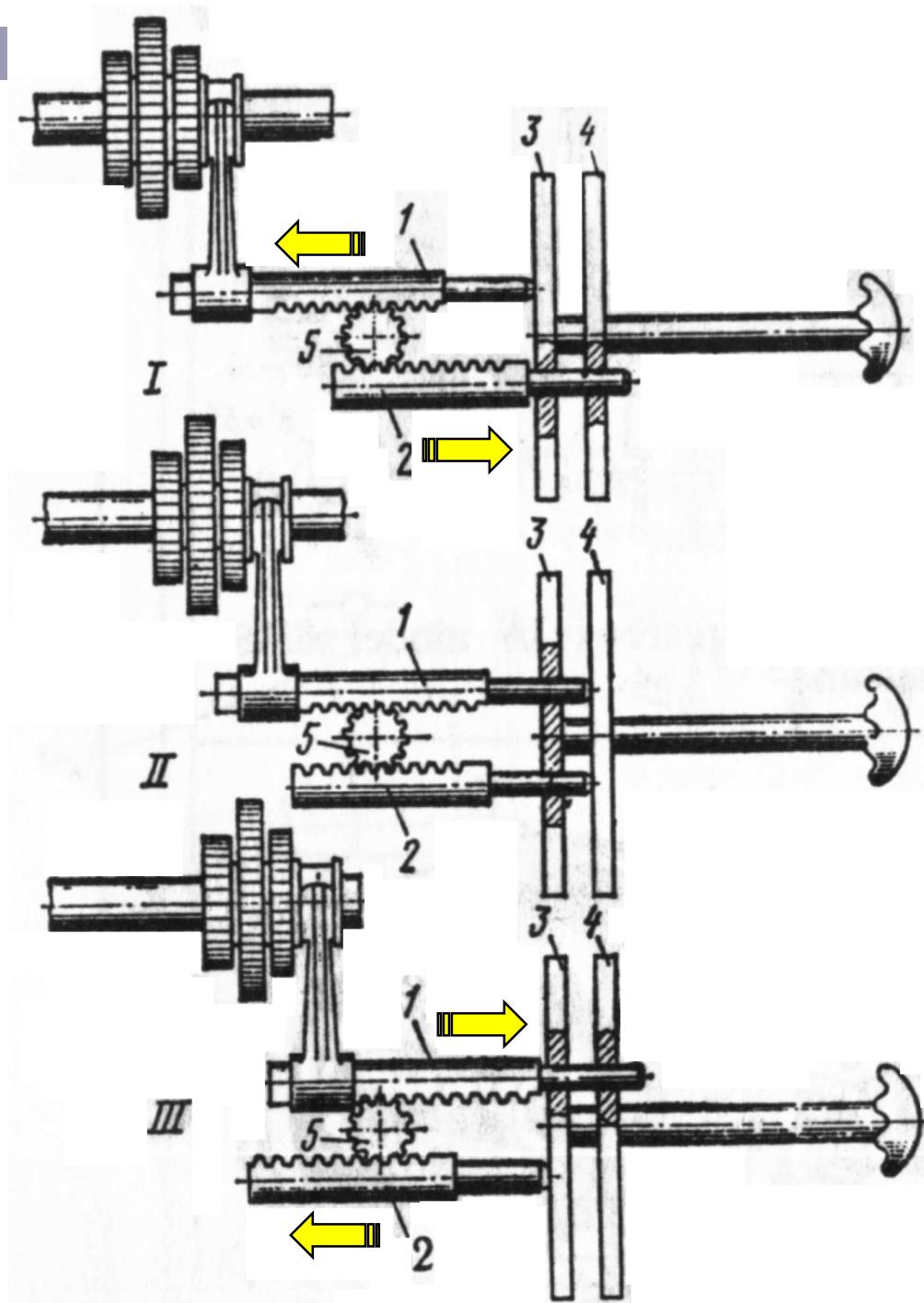
Cơ cấu điều khiển dùng đĩa lỗ Máy 6M82



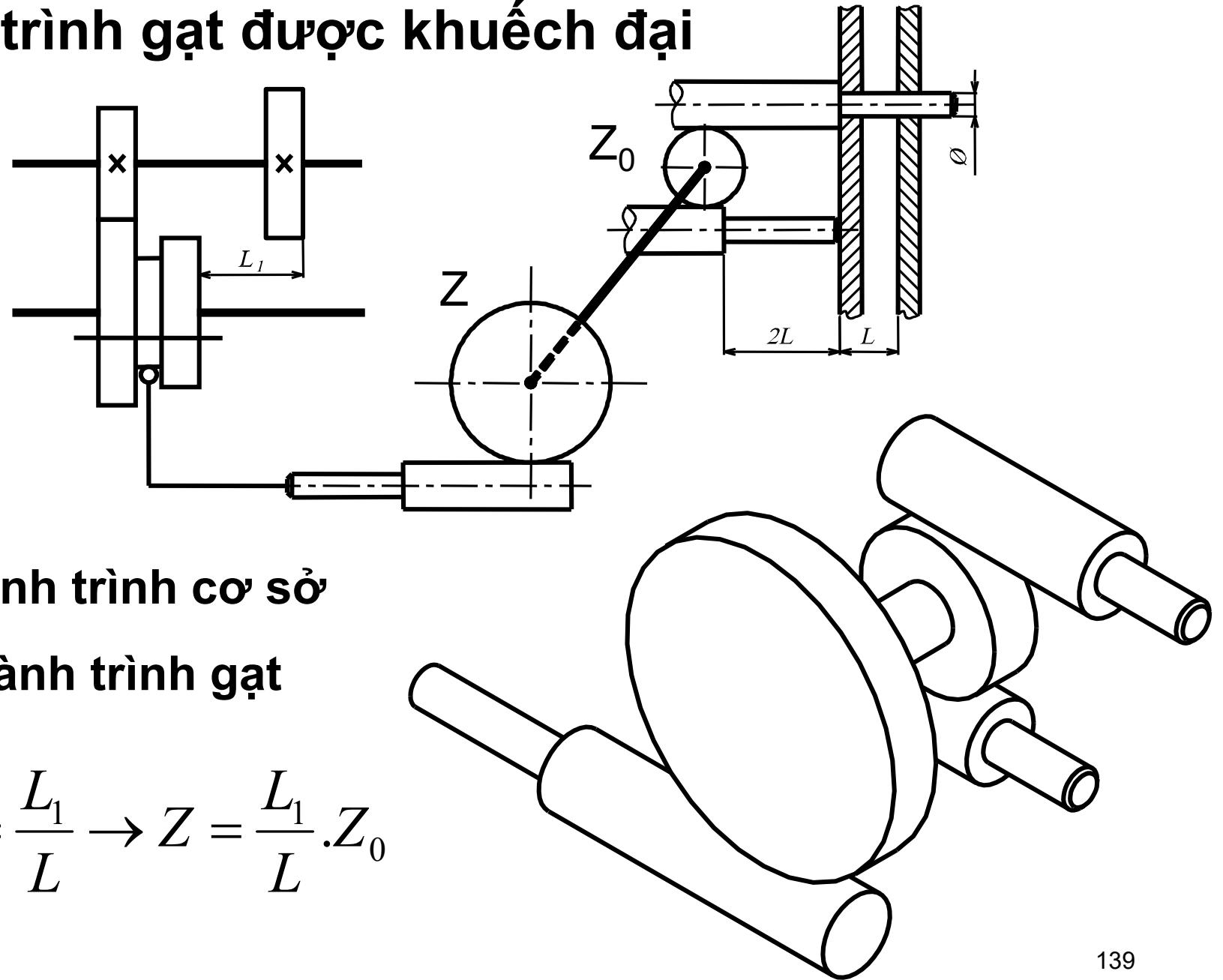
## Dùng 2 đĩa lõ:



Hành trình gạt



## Hành trình gạt được khuếch đại



## Phụ lục1:

Tìm số răng các Br nhóm cơ sở HCD dùng Br di trượt:

$$i_{cs} = \frac{Z_i}{Z'} = \frac{a \cdot A}{a \cdot B} \quad \text{Trong} \quad a \cong \frac{\Sigma Z}{(f_x + g_x)} \quad \text{là một số nguyên}$$

đó:

Ví dụ:  $\Sigma Z = 78$ ,  $(f_x + g_x) = 19 \rightarrow a = 78/19 \cong 4$

$$\rightarrow i_{cs} = \frac{9}{10} = \frac{4.9}{4.10} = \frac{36}{40}$$

Nếu ô nào không tìm được số a thì ta bỏ trống. Mỗi a tìm được như vậy, ta tính số răng và điền vào Bảng

Chọn các cặp ô cùng hàng ngang liền nhau có cùng  
tử (hoặc mẫu)  $\rightarrow$  ghép thành một đôi (có 3 Br) tạo ra  
3 TST

## Phụ lục 2: Tỷ số thay cho: 25,4 và số $\pi$

Tỷ số	Sai số
$25,4 = \frac{127}{5}$	Thực tế = 0
$25,4 = \frac{1600}{63} = \frac{40.40}{7.9}$	-0,013
$25,4 = \frac{432}{17} = \frac{18.24}{17}$	+0,046
$25,4 = \frac{330}{13} = \frac{11.30}{13}$	-0,061

TT	Trị số bằng các phân số	Sai số	Chú ý
1	$\pi = \frac{47}{380} \cdot \frac{127}{5} = \frac{47.127}{4.5.95}$	-0,0005	Cần Br Z = 47 hay Z = 97. Dùng để cắt ren Môđun khi vít me theo hệ Anh
2	$\pi = \frac{12.127}{97.5}$	+0,021	
3	$\pi = \frac{19.21}{127}$	+0,004	Cần Br Z = 127, thường dùng để cắt ren Môđun khi vitme là Quốc tế, hoặc cắt ren Pit khi vitme là ren Quốc tế hoặc ren Anh
4	$\pi = \frac{22}{7}$	+0,04	Không cần Br đặc biệt nào
5	$\pi = \frac{157}{50}$	-0,05	Cần Br thay thế Z = 157

**Phụ lục 3: Chế độ cắt gọt cực đại:**  $t_{\max} = C \sqrt[3]{d_{\max}}$

Trong đó  $C = 0,7$  đối với thép.

$d_{\max}$  - đường kính cực đại của chi tiết gia công  
(không sử dụng cho máy mài và các máy có cđ chính là thẳng)

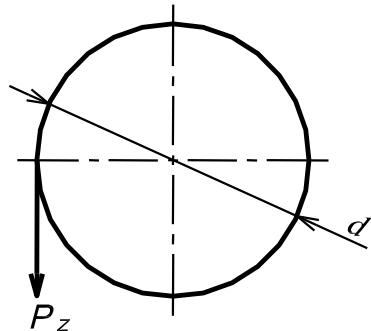
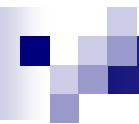
$$t_{\min} = \left( \frac{1}{2} \div \frac{1}{4} \right) t_{\max}$$

$$S_{\max} = \left( \frac{1}{3} \div \frac{1}{7} \right) t_{\max}$$

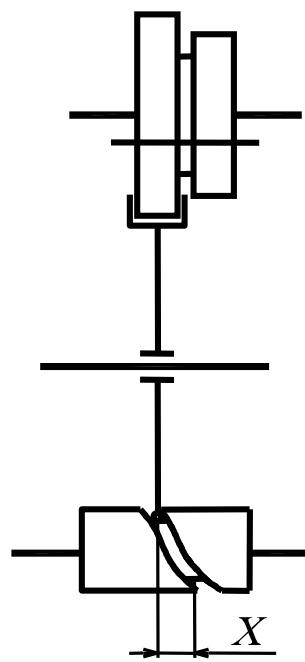
$$S_{\min} = \left( \frac{1}{5} \div \frac{1}{10} \right) t_{\max}$$

$$V_{\min} = \frac{C_{v\min}}{t_{\max}^{X_v} \cdot S_{\max}^{y_v}}$$

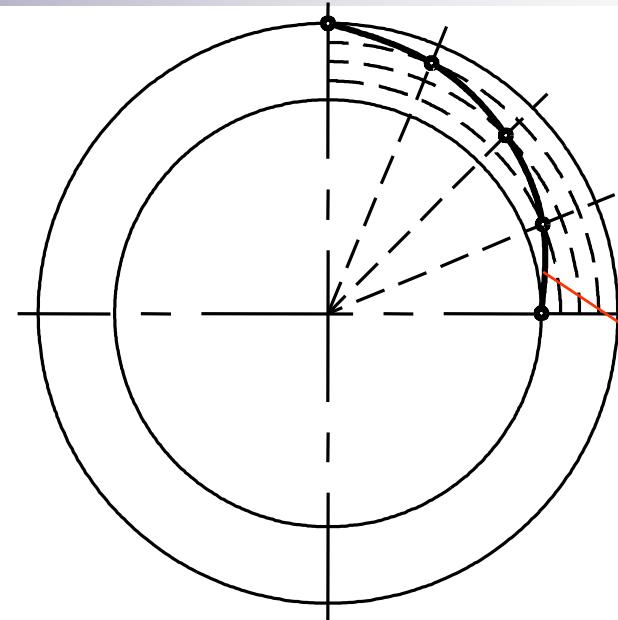
$$V_{\max} = \frac{C_{v\max}}{t_{\min}^{X_v} \cdot S_{\min}^{y_v}}$$



U



Đối với cam thùng:  $L = X$



$$\rho = a \cdot \phi$$



## Cách vẽ đường Acsimet

## 2. Bôi trơn –làm nguội

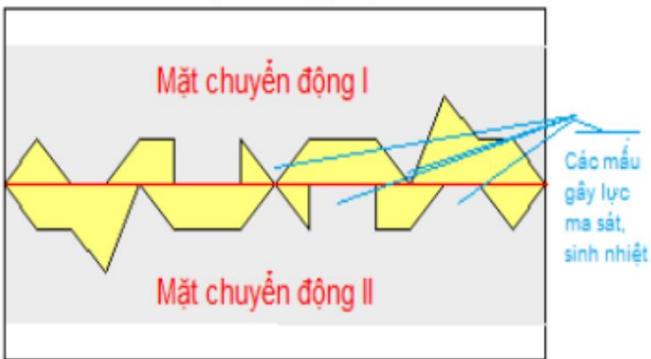
### 2.1 Bôi trơn

# BÔI TRƠN

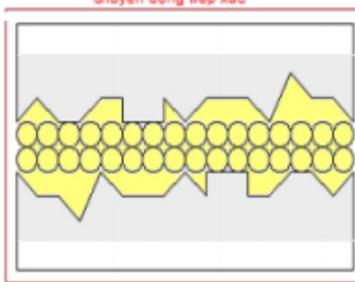
#### BẢN CHẤT CỦA VIỆC BÔI TRƠN

Tạo ra ngăn cách không cho tiếp xúc trực tiếp giữa các bề mặt chuyển động bằng cách tạo ra một màng chất có tính trơn trượt nằm giữa 2 bề mặt. Các chất bôi trơn này thông thường là dầu nhớt và mỡ

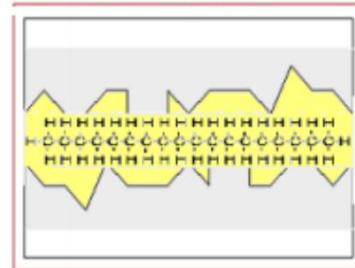
#### Bề mặt chuyển động tiếp xúc



Bôi trơn giữa hai bề mặt chuyển động tiếp xúc



Bôi trơn giữa hai bề mặt chuyển động tiếp xúc



# CHẤT BÔI TRƠN

Chất bôi trơn là chất sử dụng để ngăn cách, làm giảm ma sát giữa hai bề mặt của chuyển động.

Các chất bôi trơn thường dùng hiện nay là dầu nhớt và mỡ.

\* **Dầu nhớt = Dầu gốc + Phụ gia.**

(75 – 100%) (0 – 25%)

• **Mỡ bôi trơn = Dầu gốc + Chất làm đặc + Phụ gia.**

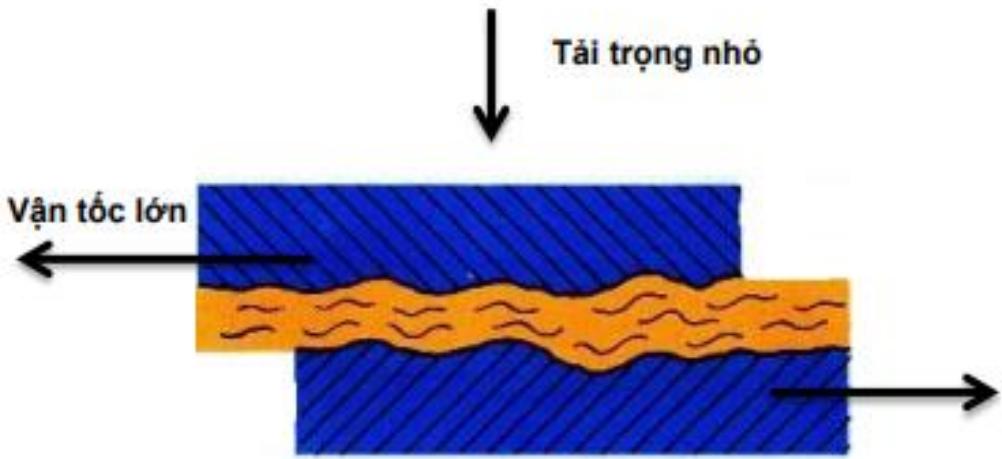
• ( 75 -90%) (10 – 25%) (5 – 10%)



## NGUYÊN LÝ BÔI TRƠN CỦA DẦU NHỚT

Tạo ra ngăn cách không cho tiếp xúc trực tiếp giữa các bề mặt chuyển động bằng cách tạo ra một màng chất có tính trơn trượt nằm giữa 2 bề mặt. Các chất bôi trơn này thông thường là dầu nhớt và mỡ

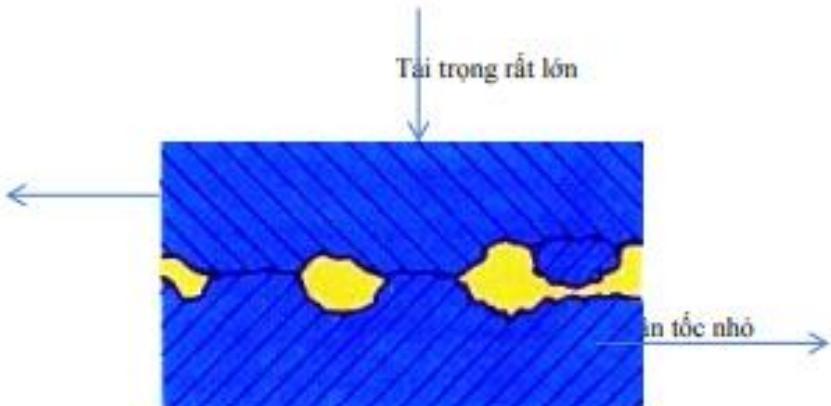
# 1. BÔI TRƠN THỦY ĐỘNG



Bề dày lớp dầu > độ lồi lõm của các bề mặt.

=> Hiệu quả nhất vì giảm tối đa ma sát giữa hai bề mặt kim loại, chỉ còn ma sát nhớt của các lớp dầu.

## 2. BÔI TRƠN MÀNG MỎNG



Tải trọng rất lớn – Vận tốc nhỏ

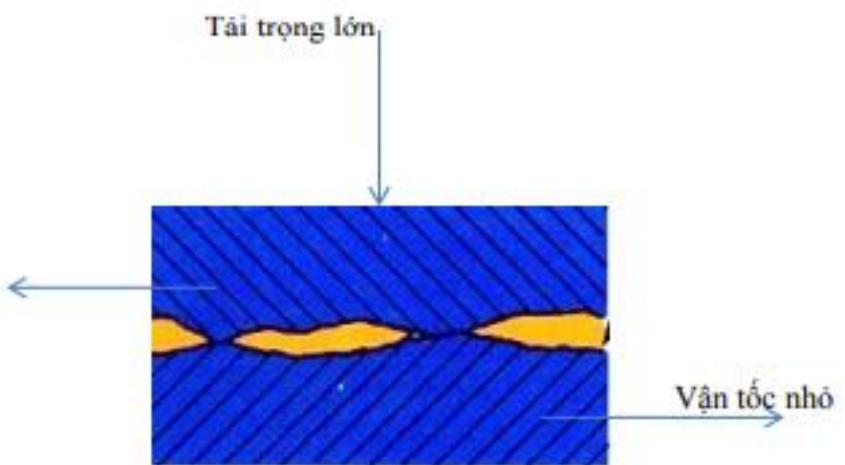
Các bề mặt chi tiết bị ép sát vào nhau do tải trọng lớn mà vận tốc lại rất nhỏ,

Xuất hiện khi khởi động hoặc có những tải trọng va chạm.

Lớp dầu sẽ không đủ dày để ngăn cách các bề mặt-> ma sát và mài mòn rất lớn.

Đây là chế độ bôi trơn khắc nghiệt và đòi hỏi dầu nhớt phải có các phụ gia chống mài mòn hiệu quả.

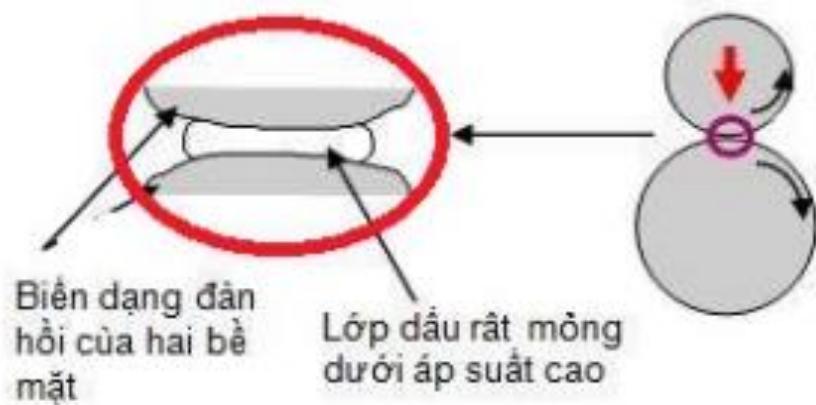
### 3. BÔI TRƠN HỖN HỢP



Chế độ trung gian giữa thủy động và màng mỏng.

Bề dày lớp dầu tương đương với độ lồi lõm của hai bề mặt nên không ngăn cách chúng hoàn toàn.

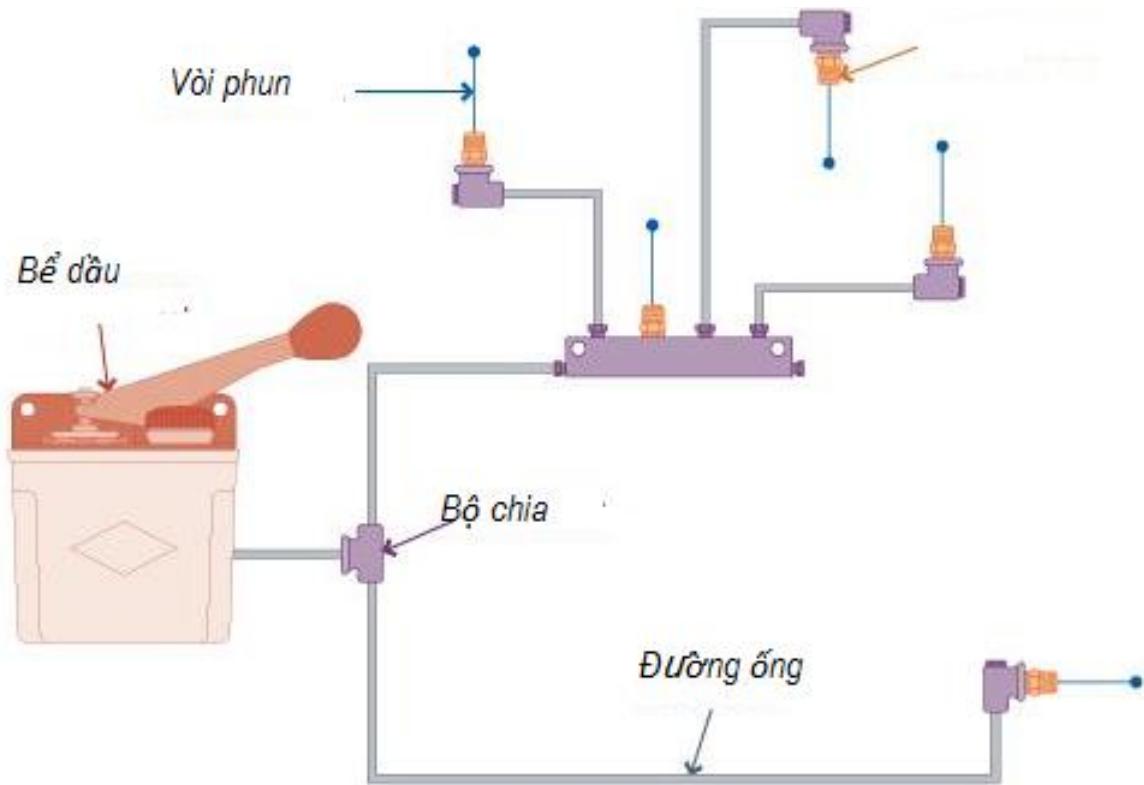
## 4. BÔI TRƠN THỦY ĐỘNG ĐÀN HỒI

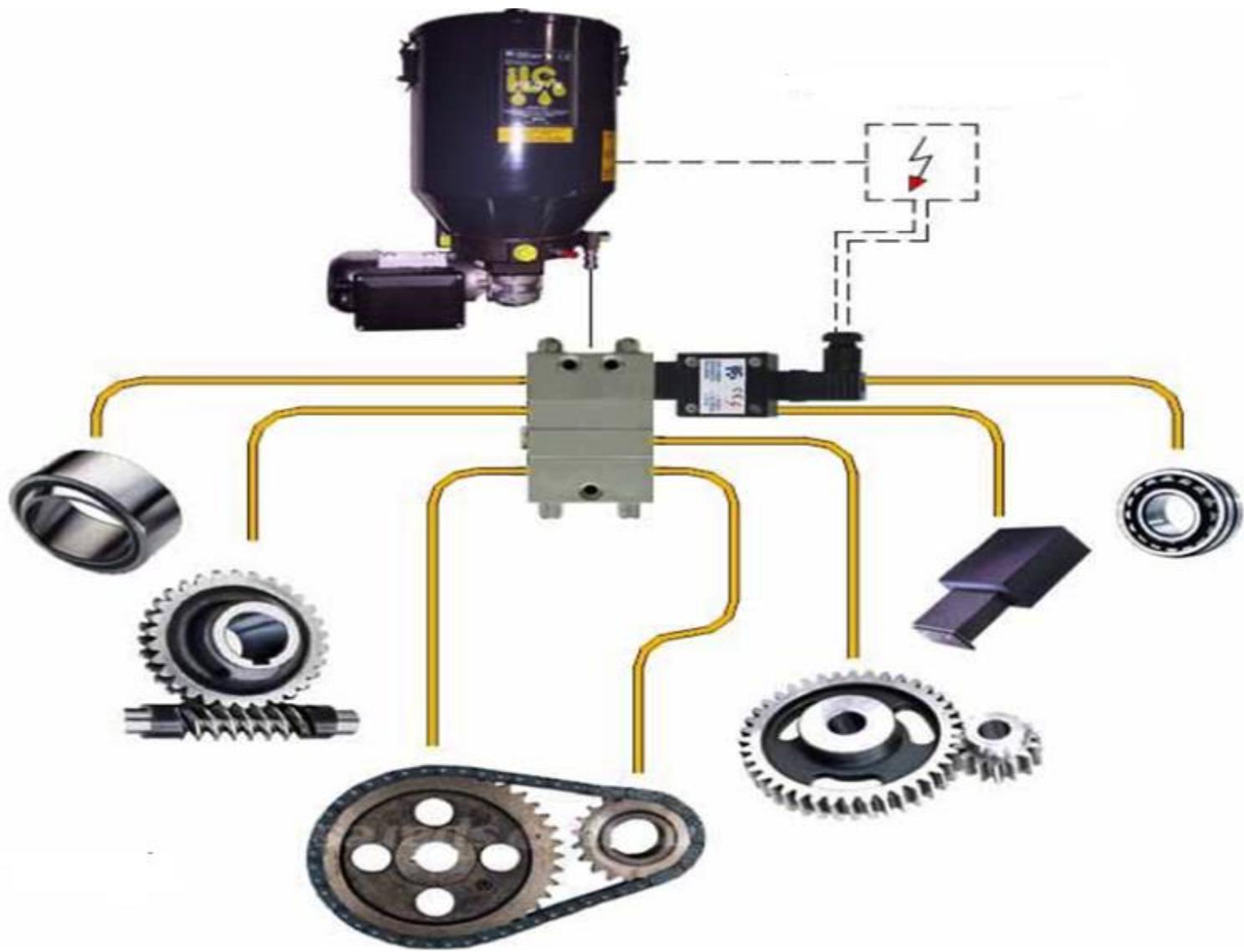


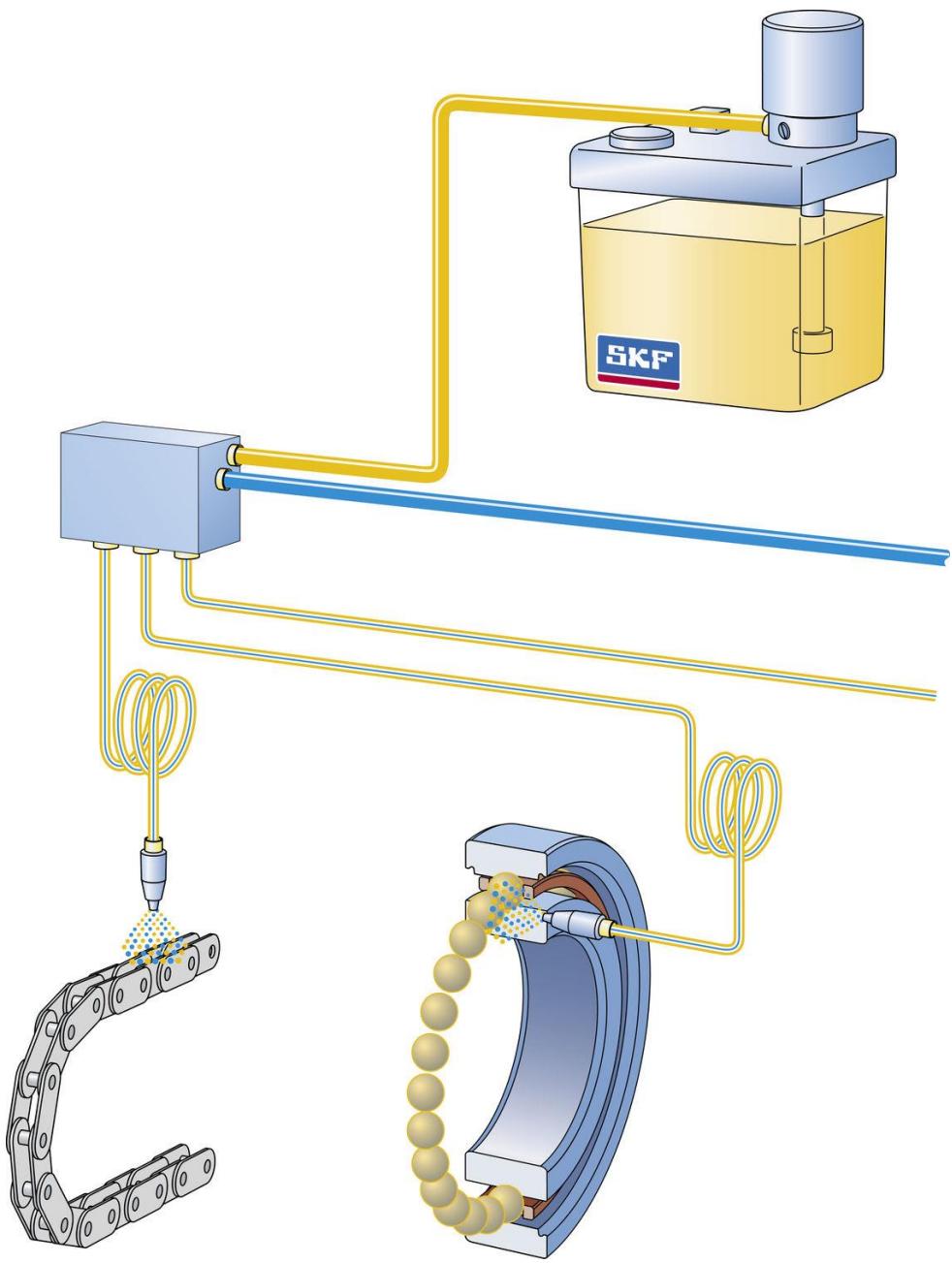
## Phân loại :

- Hệ thống bôi trơn bằng tay.
- Hệ thống bôi trơn vòi phun tích cực
- Hệ thống bôi trơn luỹ tiến
- Hệ thống bôi trơn đặc biệt

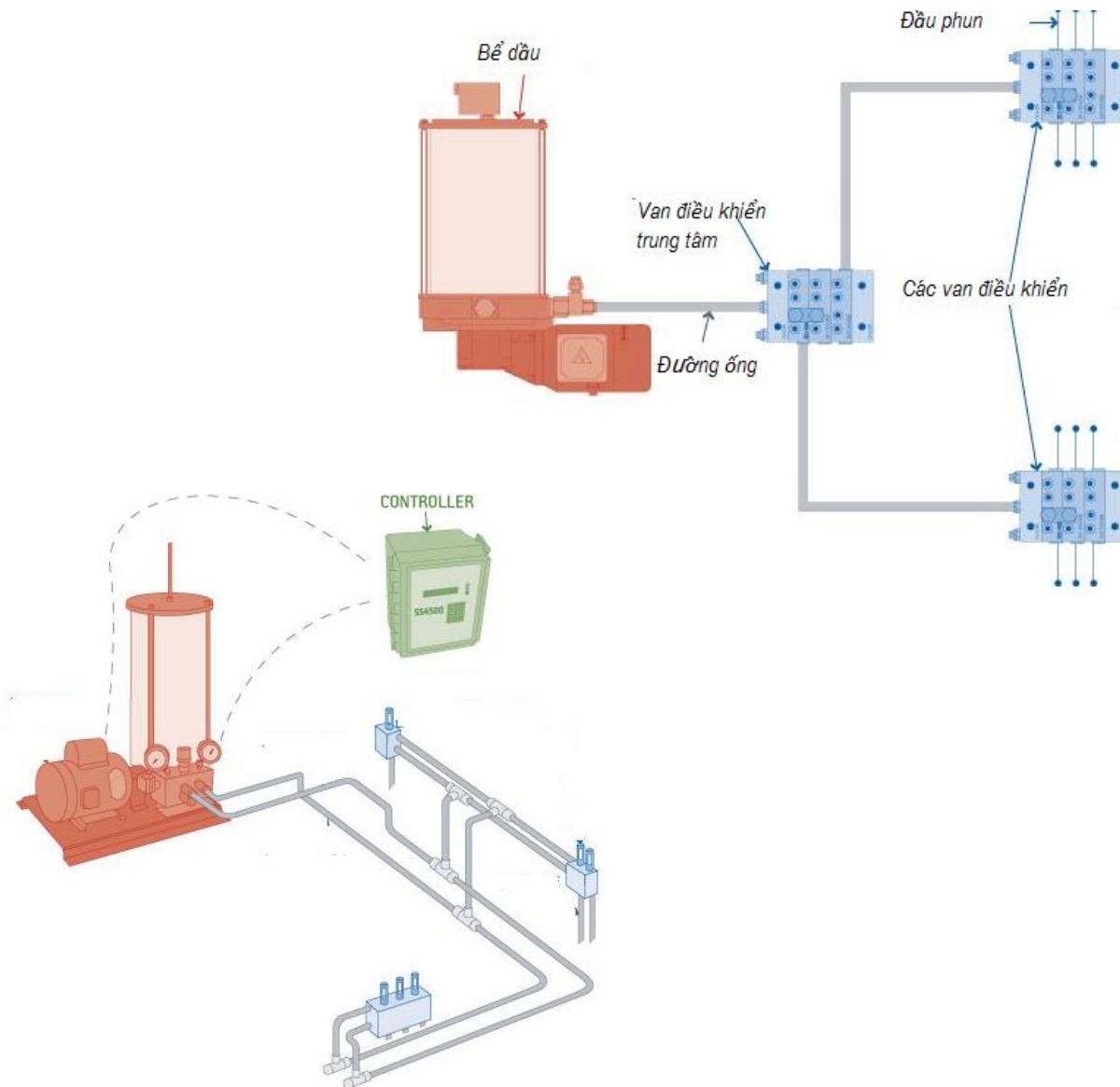
# Hệ thống bôi trơn bằng tay





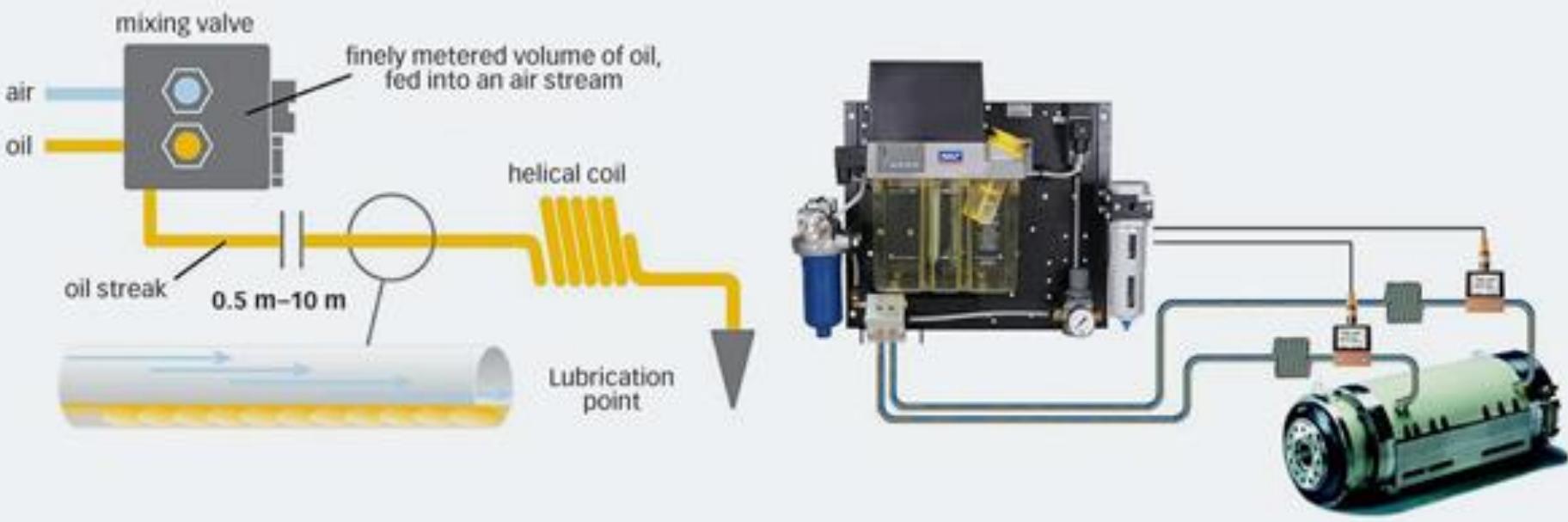


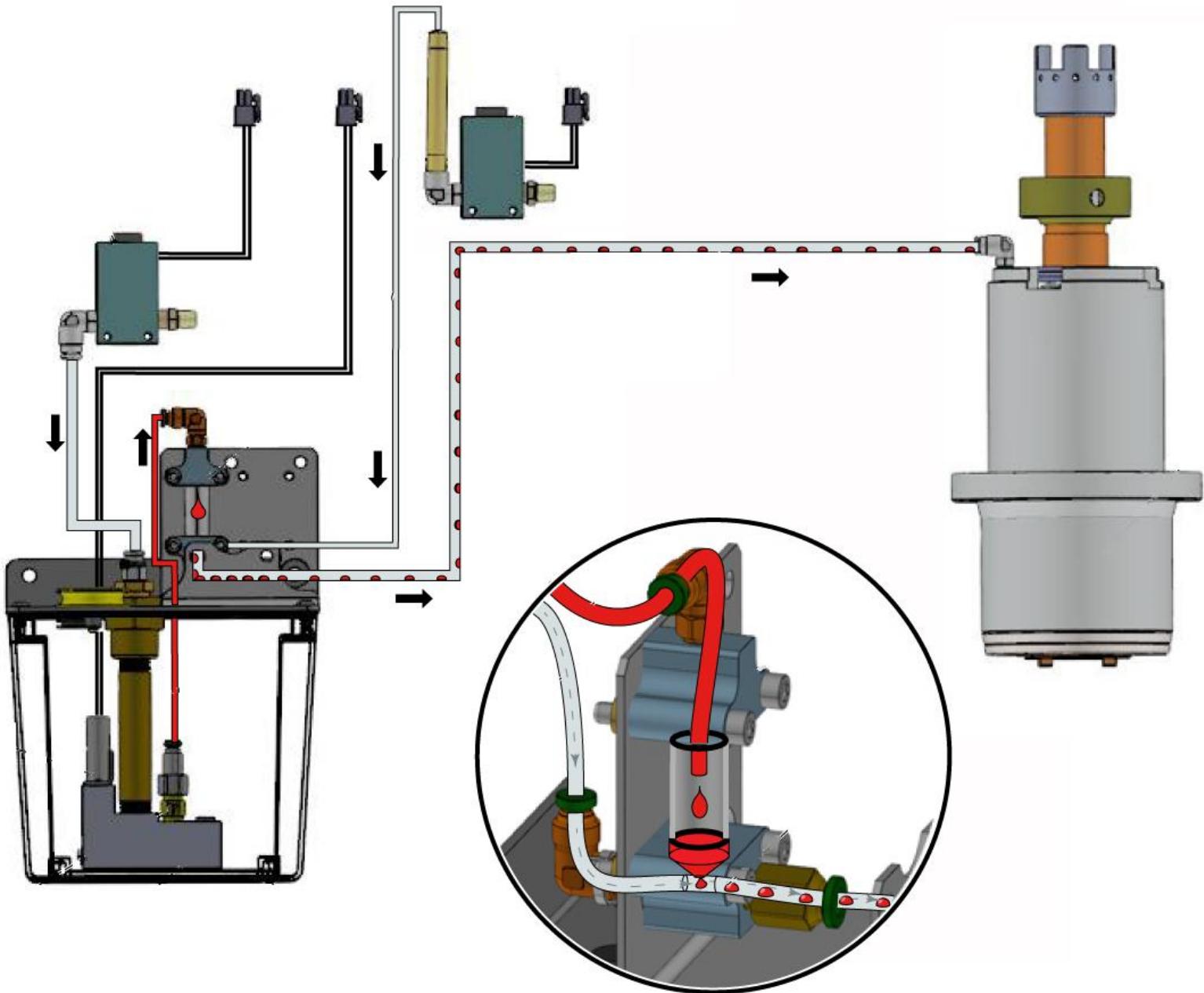
# Hệ Thống bôi trơn luỹ tiến



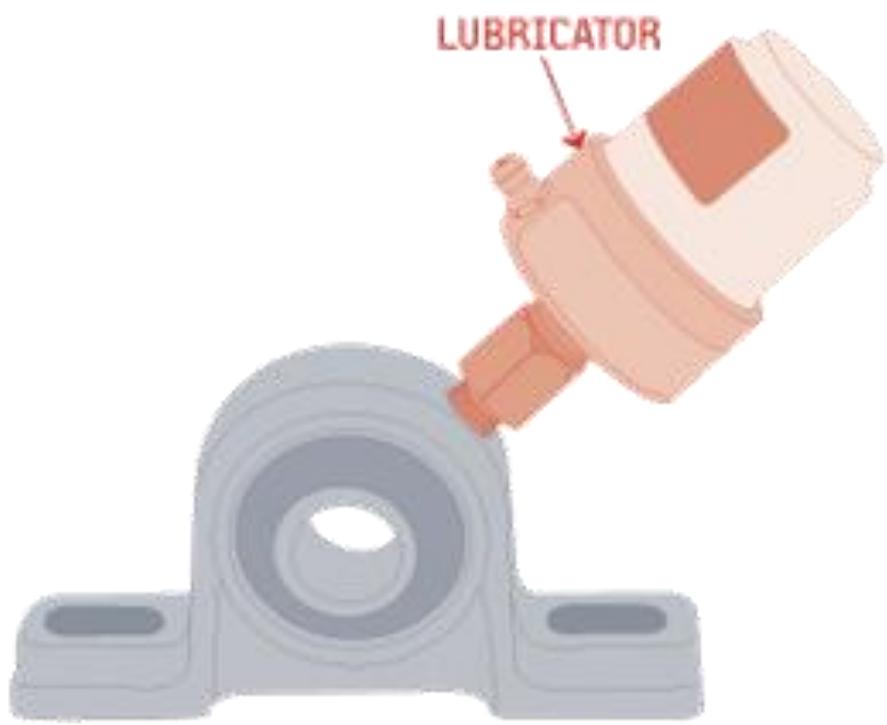
# Hệ thống bôi trơn đặc biệt







# Hệ thống bôi trơn một điểm



## 2.2 Tính toán bơm dầu cho bôi trơn

*Phân loại dung dịch tưới ruộng có 3 nhóm sau:*

Nhóm 1:

Nhóm 2:

Nhóm 3:.

## *Phương pháp tưới nguội khi gia công*

Tùy theo tính chất gia công, máy móc gia công , tốc độ cắt, chiều sâu cắt mà người ta có nhiều phương pháp tưới nguội khác nhau và có 4 cách sau đây.

### 1. Bôi trơn, làm mát gián đoạn bằng tay

## 2. Phương pháp dòng chảy tự do

### 3. Dung dịch tưới nguội với áp suất

## 4. Phương pháp phun dung dịch bằng thiết bị chuyên dùng