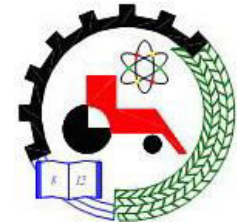




NGUYÊN LÝ MÁY



GV: ThS. TRƯƠNG QUANG TRƯỜNG
KHOA CƠ KHÍ – CÔNG NGHỆ
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM TP.HCM



Chương 6

CÁC CHỈ TIÊU CHẤT LƯỢNG CỦA MÁY

ĐẠI CƯƠNG



Các chỉ tiêu chất lượng cơ bản:

1. **Đều**
2. **Ổn định**
3. **Cân bằng**
4. **Hiệu suất**

I. LÀM ĐỀU CHUYỂN ĐỘNG CỦA MÁY



1. Hệ số không đều

- Từ phương trình chuyển động máy

$$M_d + M_c = \frac{1}{2} \omega_1^2 \frac{dJ}{d\varphi} + J \frac{d\omega_1}{dt} \Rightarrow \varepsilon_1 = \frac{d\omega_1}{dt} = \frac{M_d + M_c - \frac{1}{2} \omega_1^2 \frac{dJ}{d\varphi}}{J}$$

- Để máy chuyển động đều $\varepsilon_1 = 0 \Rightarrow M_d + M_c - \frac{1}{2} \omega_1^2 \frac{dJ}{d\varphi} = 0$

- Điều kiện trên không thể thực hiện được trên thực tế \rightarrow trong giai đoạn chuyển động bình ổn, vận tốc máy dao động trong khoảng $\omega_{1max} \div \omega_{1min}$

- Để đánh giá độ chuyển động không đều của máy \rightarrow dùng hệ số chuyển động không đều δ

$$\delta = \frac{\omega_{1max} - \omega_{1min}}{\omega_{tb}}, \omega_{tb} = \frac{\omega_{1max} + \omega_{1min}}{2}$$

- Hệ số chuyển động không đều δ được quy định tiêu chuẩn cho từng loại máy ví dụ, máy nông nghiệp $[\delta] = 1/5 \div 1/150$ máy bơm, máy công cụ $[\delta] = 1/20 \div 1/150$

- Khi đó $[\delta] = \frac{[\omega_{1max}] - [\omega_{1min}]}{\omega_{tb}}, \omega_{tb} = \frac{[\omega_{1max}] + [\omega_{1min}]}{2}, [\omega_{1max/min}] = \omega_{tb} \left(1 \pm \frac{[\delta]}{2} \right)$

I. LÀM ĐỀU CHUYỂN ĐỘNG CỦA MÁY



2. Biện pháp làm đều chuyển động của máy

- J phụ thuộc vị trí cơ cấu $J = \underbrace{J_0}_{\text{phan_co_dinh}} + \underbrace{J(\varphi)}_{\text{phan_thay_doi_theo_phi}}$

- Do đó $\frac{dJ}{d\varphi} = \frac{d}{d\varphi} [J_0 + J(\varphi)] = \frac{dJ(\varphi)}{d\varphi} \Rightarrow \varepsilon_1 = \frac{M_d + M_c - \frac{1}{2} \omega_1^2 \frac{dJ(\varphi)}{d\varphi}}{J_0 + J(\varphi)}$

- Giảm ε_1 bằng cách tăng phần cố định của moment quán tính

- Tăng J_0 bằng cách lắp một khối lượng phụ gọi là bánh đà, J_d lên

+ khâu dẫn, hoặc

+ khâu có tỉ số truyền với khâu dẫn không đổi

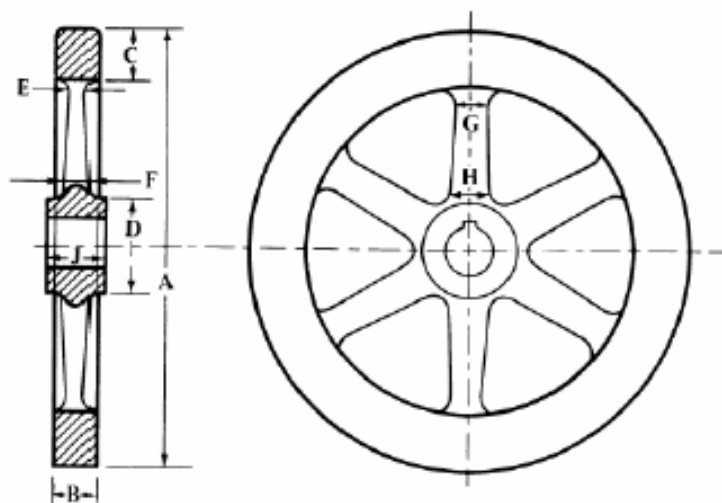
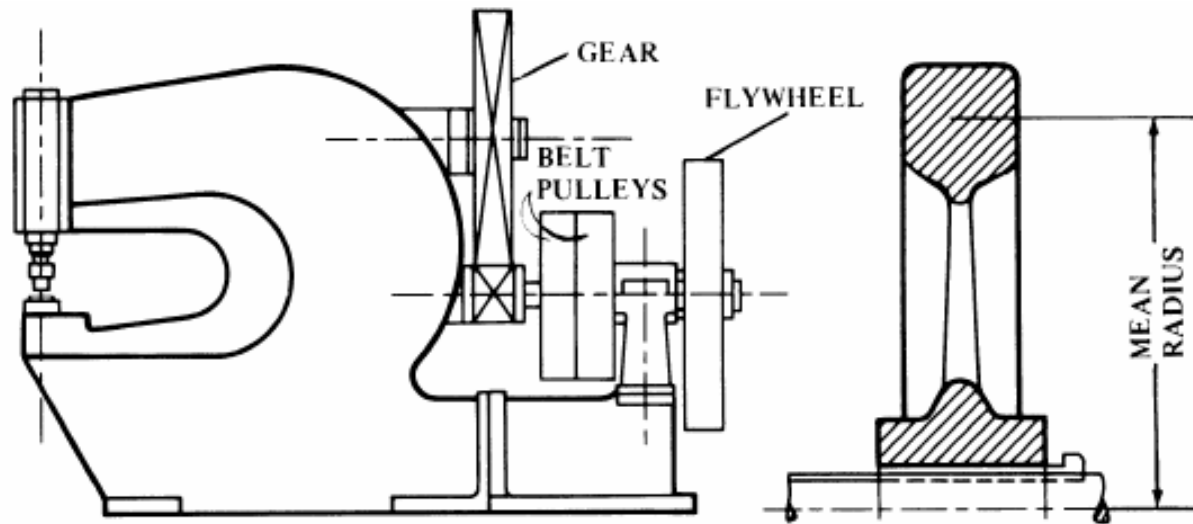
- Bánh đà có tác dụng tích trữ năng lượng khi $A_d > A_c$ và giải phóng năng lượng khi $A_d < A_c$, nhờ đó điều hòa việc phân phối năng lượng trong các giai đoạn chuyển động khác nhau của một chu kỳ động lực học máy

J_d càng lớn càng có tác dụng tốt nhưng không thể quá lớn

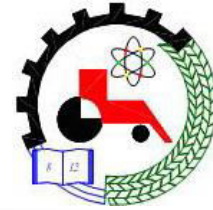


I. LÀM ĐỀU CHUYỂN ĐỘNG CỦA MÁY

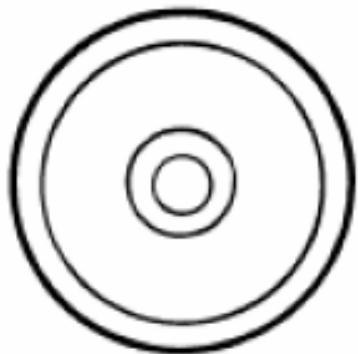
2. Biện pháp làm đều chuyển động của máy



I. LÀM ĐỀU CHUYỂN ĐỘNG CỦA MÁY



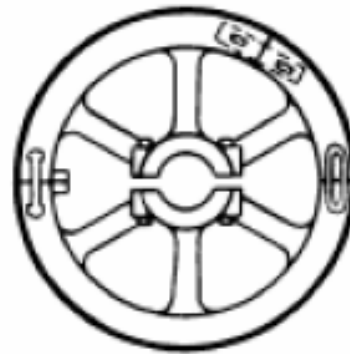
2. Biện pháp làm đều chuyển động của máy



Solid Wheel



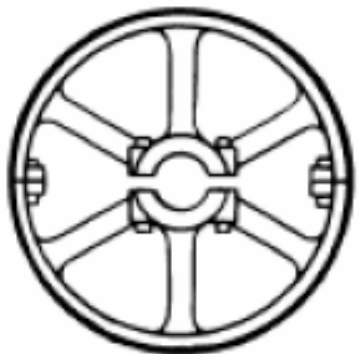
Solid Rim: (a) Solid hub
(b) Split hub



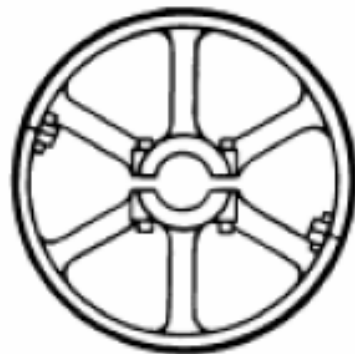
Rim In Halves
Shrink Links
Or Keyed Links



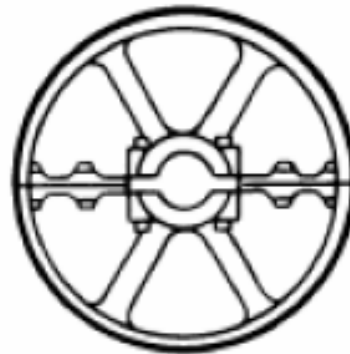
Segment Type
Shrink Links



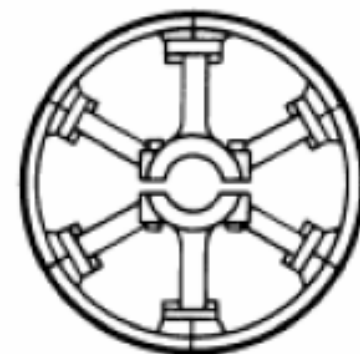
Rim With Bolted
Flange Joints Midway
Between Spokes



Rim With Bolted
Flange Joints
Next To Spokes

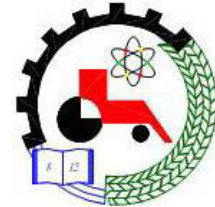


Wheel In
Halves With
Split Spoke Joint



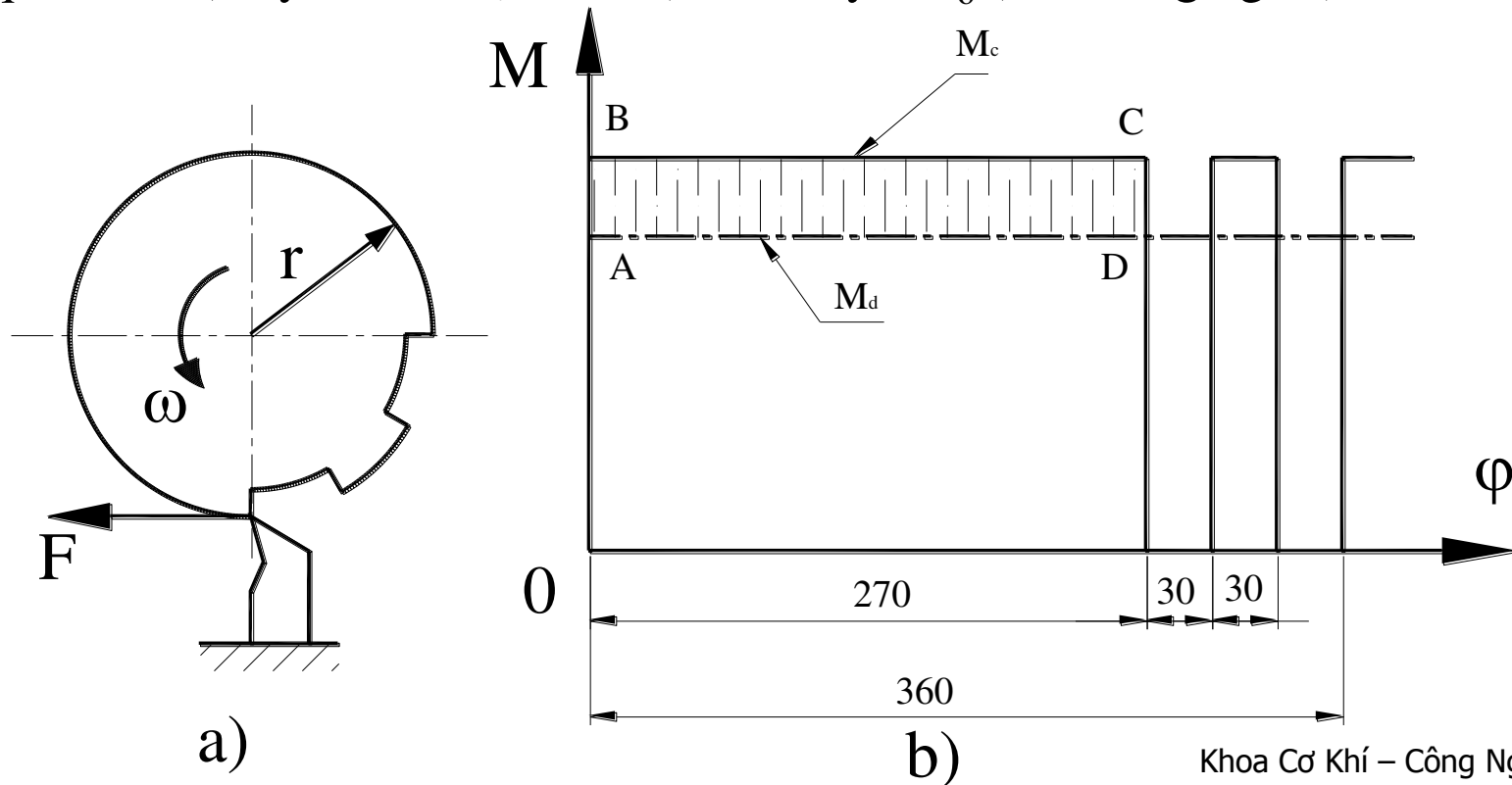
Segment Type
With Pad
Joints

I. LÀM ĐỀU CHUYỂN ĐỘNG CỦA MÁY



2. Biện pháp làm đều chuyển động của máy

Ví dụ: Xác định mômen quán tính của bánh đà (thu về trục chính) của máy tiện. Cho mômen động cơ M_d là hằng số, máy tiện vật có bán kính r (tính bằng m) trong một góc từ 0° đến 270° và từ 300° đến 330° với lực cắt F (tính bằng N) là hằng số. Cho ω_{tb} , $[\delta]$, mômen quán tính (thay thế về trục chính) của máy là J_o (tính bằng kgm^2).



I. LÀM ĐỀU CHUYỂN ĐỘNG CỦA MÁY



2. Biện pháp làm đều chuyển động của máy

Theo sơ đồ lực cắt như trên hình ta có:

$$M_{\text{cản}} = \begin{cases} F \cdot r & \text{khi dao tiếp xúc với vật gia công trong góc từ } 0^\circ \text{ đến } 270^\circ \text{ và từ } 300^\circ \text{ đến } 330^\circ \\ 0 & \text{khi dao tiếp xúc với vật gia công ngoài góc trên đây} \end{cases}$$

Ta có:

- Tổng công cản: $A_c = \frac{Fr(270+30)2\pi}{360} = \frac{5}{6} Fr \cdot 2\pi$ (J)

- Tổng công động: $A_d = M_d \cdot 2\pi$ (J)

Để máy làm việc bình ổn: $A_d = A_c \Rightarrow M_d = \frac{5}{6} Fr$

Trên hình vẽ ta thấy ΔE_{max} được biểu diễn bằng diện tích hình ABCD nên ta có:

$$\Delta E_{\text{max}} = \left(Fr - \frac{5}{6} Fr \right) \frac{3}{4} 2\pi = \frac{1}{4} Fr \pi$$

Mômen quán tính thay thế của bánh đà: $J_M^* = \frac{\Delta E_{\text{max}}}{[\delta] \cdot \omega_{tb}^2} - J_o = \frac{Fr \pi}{4[\delta] \cdot \omega_{tb}^2} - J_o$ (kgm²)

Tất nhiên sau đó ta phải tính J_M (mômen quán tính của bánh đà).

II. ĐIỀU CHỈNH TỰ ĐỘNG CHUYỂN ĐỘNG MÁY



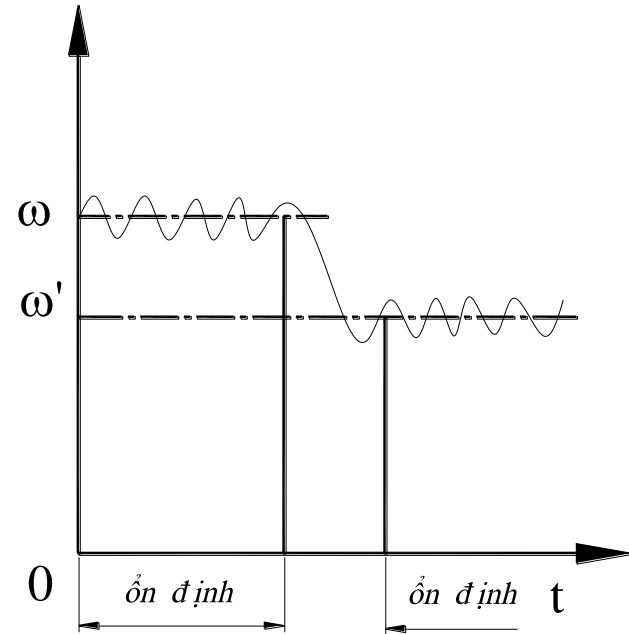
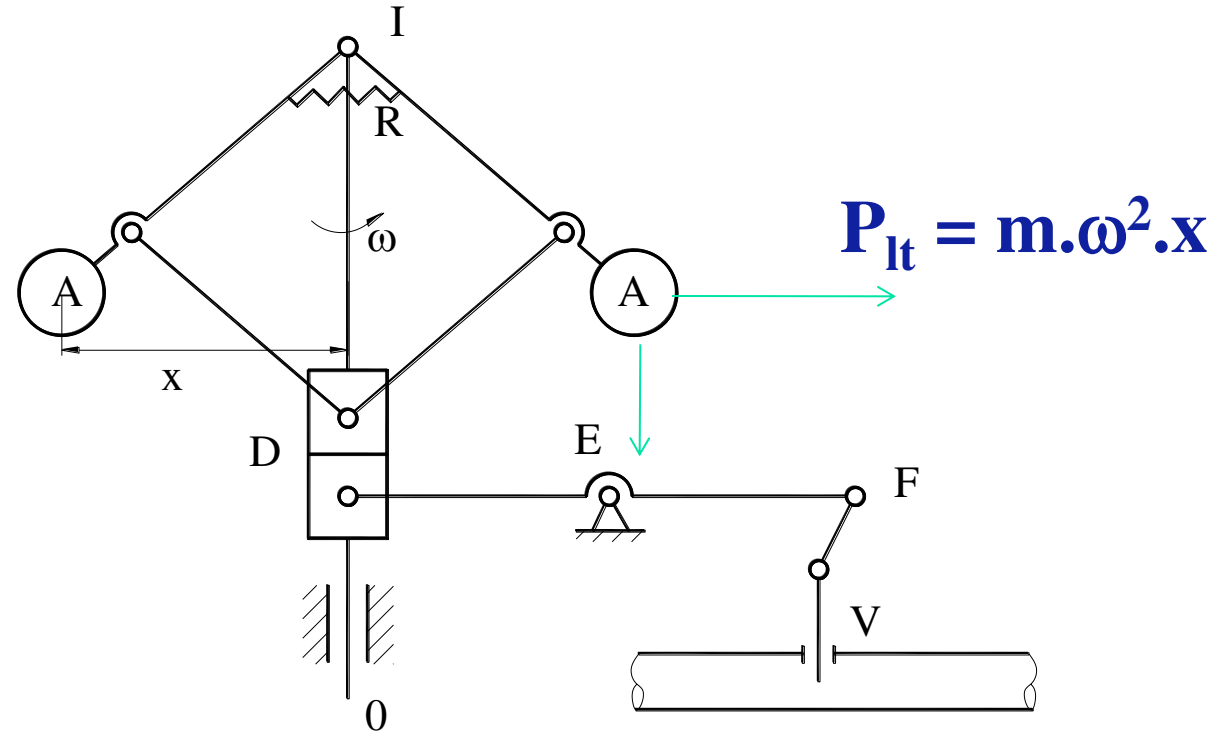
- Máy chuyển động bình ổn $\Rightarrow A_d = A_c$
- A_c thay đổi bất thường \Rightarrow chuyển động của máy mất bình ổn

\Rightarrow Điều chỉnh tự động



II. ĐIỀU CHỈNH TỰ ĐỘNG CHUYỂN ĐỘNG MÁY

1. Bộ điều chỉnh ly tâm trực tiếp



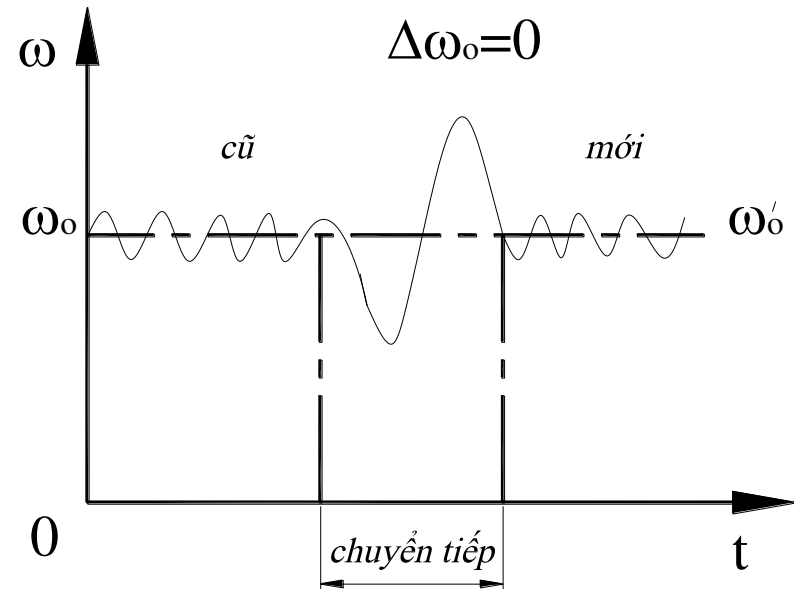
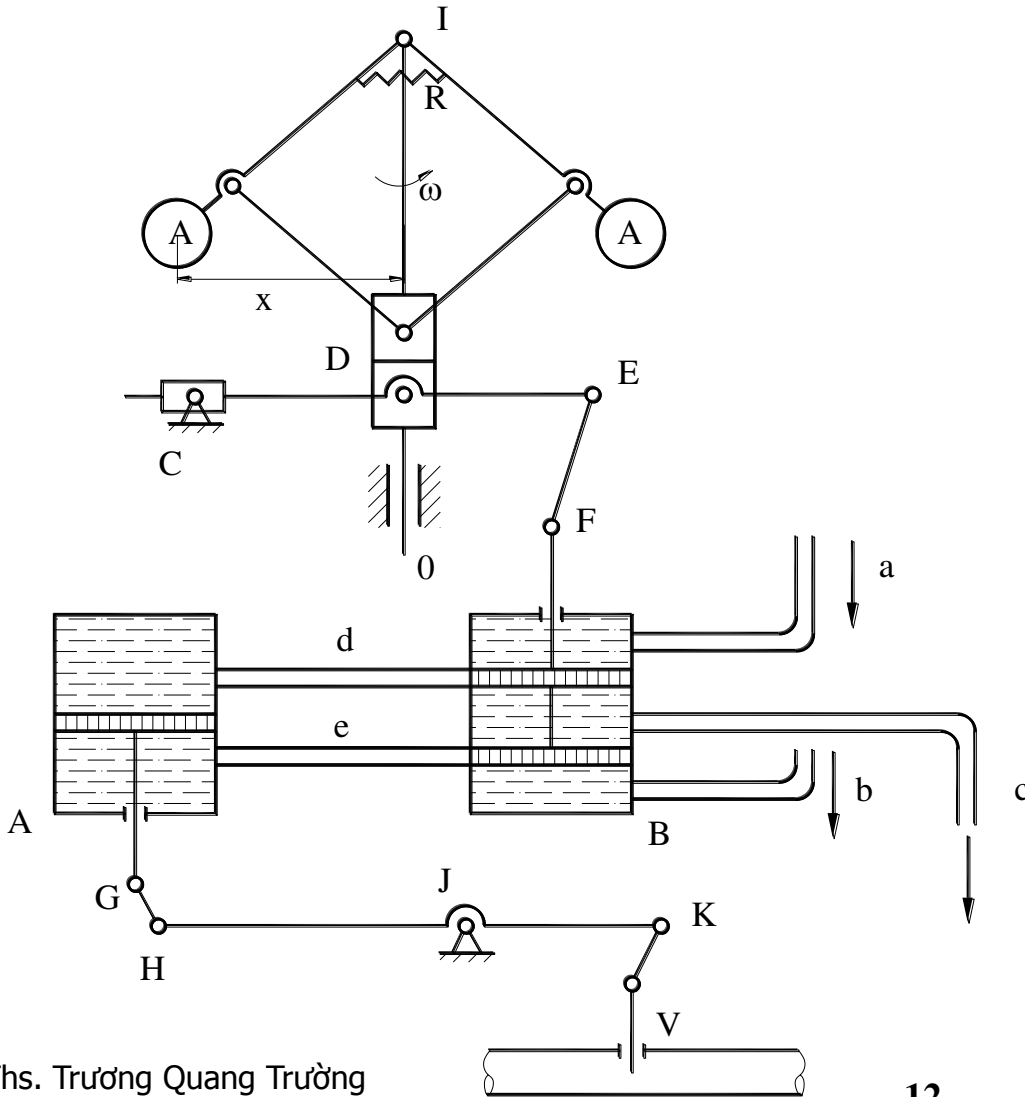
Khi tải trọng giảm, công cản A_c giảm, máy sẽ quay nhanh hơn, ω tăng, làm cho lực ly tâm tăng, lực nâng của quả cầu sẽ lớn hơn lực hạ. Quả cầu nâng lên làm cho con trượt D đi lên. Van V, qua hệ thống tay đòn, sẽ khép nhỏ lại, đóng bớt cửa nạp nhiên liệu vào máy, làm cho A_d giảm, để bảo đảm $A_c = A_d$ và cơ cấu điều chỉnh sẽ chuyển động bình ổn với giá trị ω' .

Ngược lại nếu A_c tăng, hệ thống điều chỉnh tự động này sẽ làm cho A_d tăng theo



II. ĐIỀU CHỈNH TỰ ĐỘNG CHUYỂN ĐỘNG MÁY

2. Bộ điều chỉnh ly tâm gián tiếp



* Ưu điểm:

- Độ nhạy cao
- Sai số tĩnh của vận tốc góc = 0

* Nhược điểm:

- Chuyển vị của bộ phận chấp hành chậm
- Mất ổn định



III. CÂN BẰNG MÁY

Mục đích cân bằng máy

- Khi cơ cấu và máy làm việc, luôn xuất hiện lực quán tính
- Lực quán tính thay đổi theo chu kỳ làm việc của máy và phụ thuộc vị trí của cơ cấu → áp lực trên các khớp phụ thuộc vào lực quán tính và thay đổi có chu kỳ
- Vì biến thiên có chu kỳ nên lực quán tính là nguyên nhân chủ yếu gây ra hiện tượng rung động trên máy và móng máy → làm giảm độ chính xác của máy và ảnh hưởng đến các máy xung quanh, nếu cộng hưởng có thể phá hủy máy

→ Phải khử lực quán tính, loại trừ nguồn gốc gây nên rung động

Đây là mục đích của việc cân bằng máy

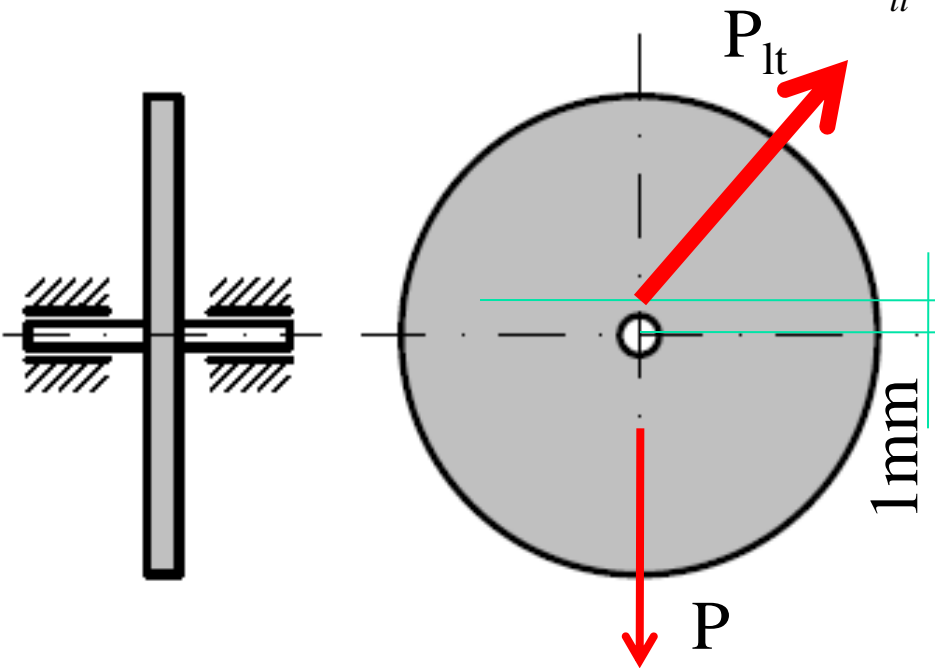


III. CÂN BẰNG MÁY

Mục đích cân bằng máy

Ví dụ: vật có khối lượng $m = 10 \text{ kg}$, quay với tốc độ $n = 6000 \text{ vg/ph}$, chỉ cần khối tâm của vật lệch khỏi tâm quay 1 mm , thì lực quán tính ly tâm cũng đã là 4000 N , lớn gấp gần 40 lần trọng lượng bản thân!

$$P_{lt} = m.e.\omega^2 = 10.10^{-3} \cdot \left(\frac{\pi \cdot 6000}{30} \right)^2 \approx 4000 \text{ N}$$



Những tác dụng xấu sẽ rất nghiêm trọng khi xảy ra hiện tượng cộng hưởng.

III. CÂN BẰNG MÁY



Nội dung cân bằng máy

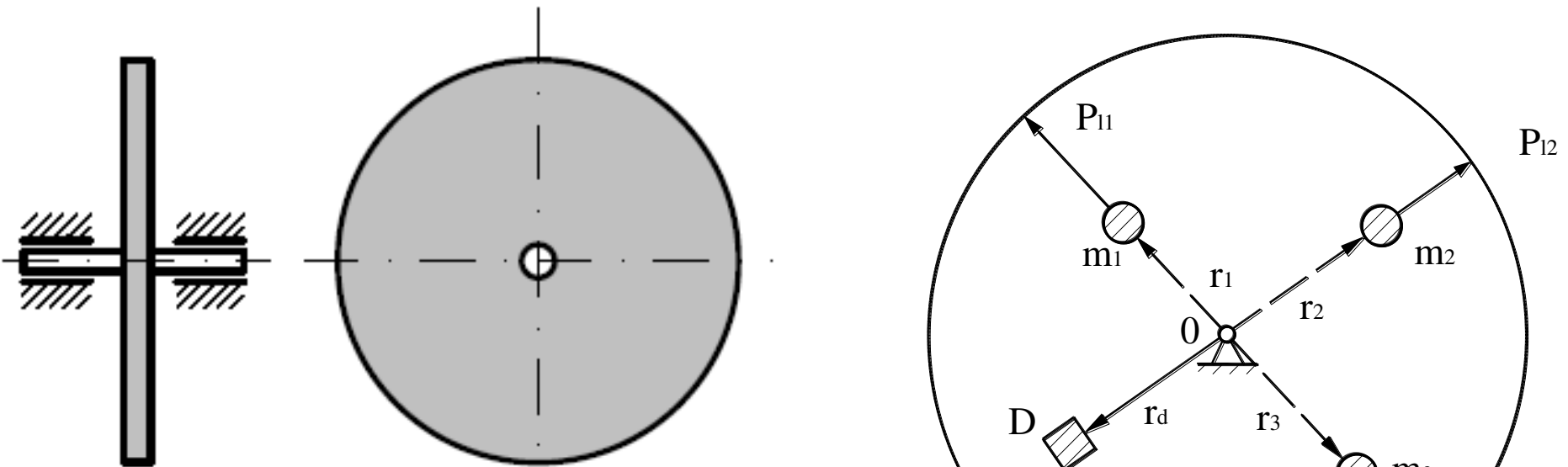
- **Cân bằng khâu quay** – phân phối lại khối lượng khâu quay để khử lực quán tính ly tâm và moment quán tính của các khâu quay
- **Cân bằng cơ cấu** – phân phối lại khối lượng các khâu trong cơ cấu để khi cơ cấu làm việc, tổng các lực quán tính trên toàn bộ cơ cấu triệt tiêu và không tạo nên áp lực động trên nền



III. CÂN BẰNG MÁY

1. Cân bằng khâu quay

a) Cân bằng khâu quay mỏng



$$\begin{aligned} P_{l1} &= m_1 \cdot r_1 \cdot \omega^2 \\ P_{l2} &= m_2 \cdot r_2 \cdot \omega^2 \\ P_{l3} &= m_3 \cdot r_3 \cdot \omega^2 \\ P_{l1} + P_{l2} + P_{l3} &\neq 0 \end{aligned}$$



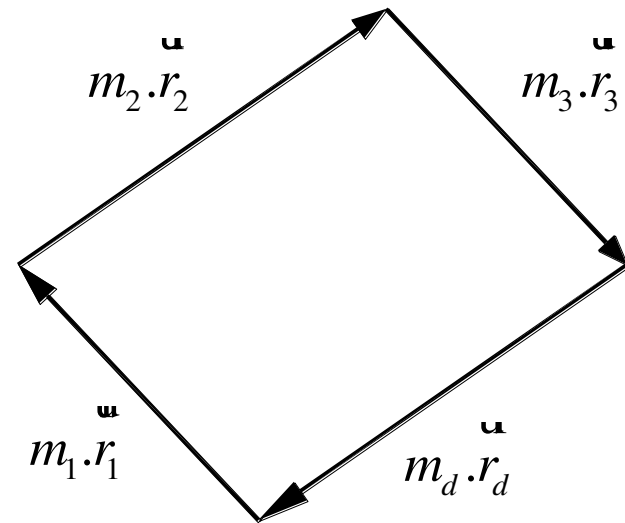
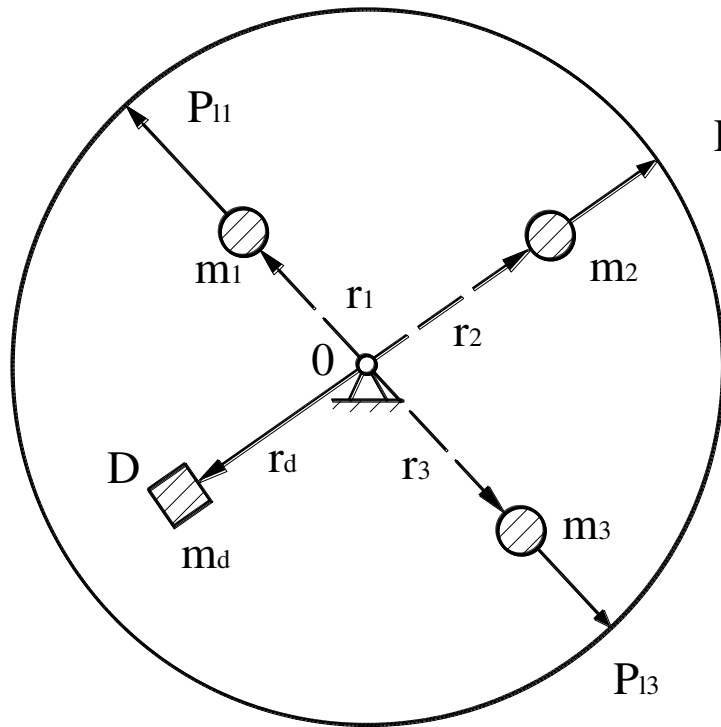
Mất cân bằng tĩnh



III. CÂN BẰNG MÁY

1. Cân bằng khâu quay

a) Cân bằng khâu quay mỏng



$$P_1 + P_2 + P_3 + P_d = 0$$

$$\Leftrightarrow m_1 \cdot r_1 + m_2 \cdot r_2 + m_3 \cdot r_3 + m_d \cdot r_d = 0$$

Xác định $m_d \cdot r_d$ từ họa đồ. Cho r_d , sẽ tính được m_d cần thêm vào!

Khoa Cơ Khí – Công Nghệ

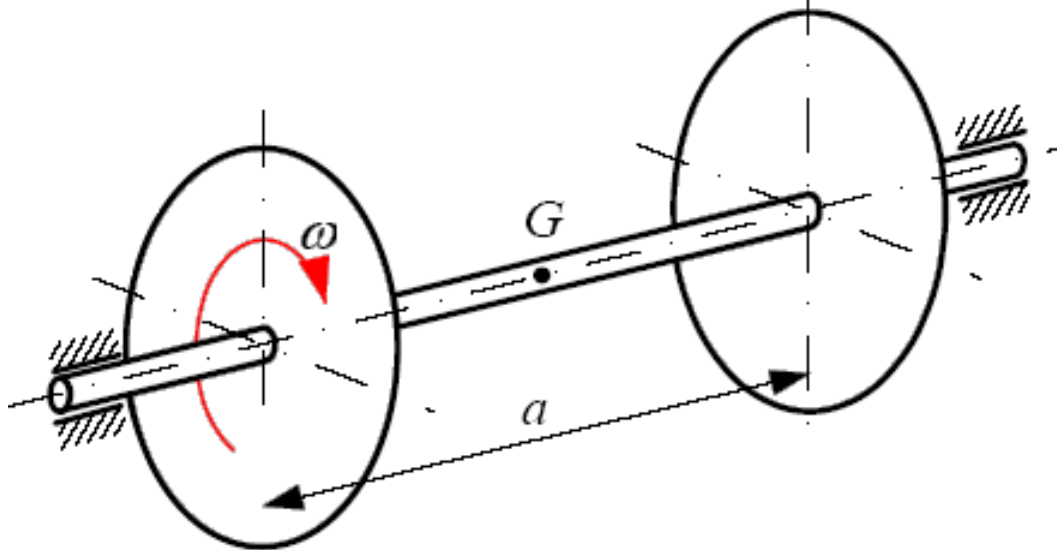
Trường ĐH Nông Lâm TPHCM



III. CÂN BẰNG MÁY

1. Cân bằng khâu quay

b) Cân bằng khâu quay dày



- Khi vật quay mất cân bằng động thuần túy, tồn tại moment lực quán tính

$$P_{qt} = 0, M_{qt} \neq 0$$

- Thực tế, vật quay tồn tại cả lực quán tính và moment lực quán tính

$$P_{qt} \neq 0, M_{qt} \neq 0$$

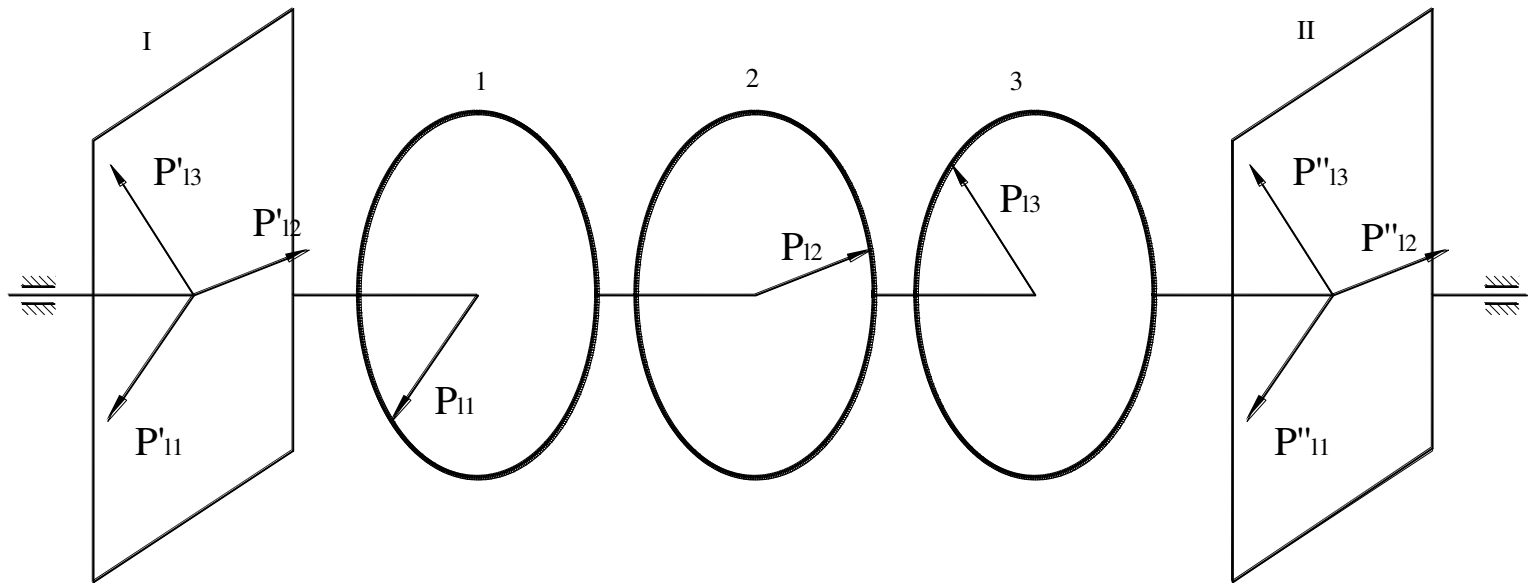
→ ta gọi chung là mất cân bằng động



III. CÂN BẰNG MÁY

1. Cân bằng khâu quay

b) Cân bằng khâu quay dày



- Nguyên tắc cân bằng: **vật quay hoàn toàn được cân bằng khi phân phối lại khối lượng trên hai mặt phẳng tùy ý vuông góc với trục quay**

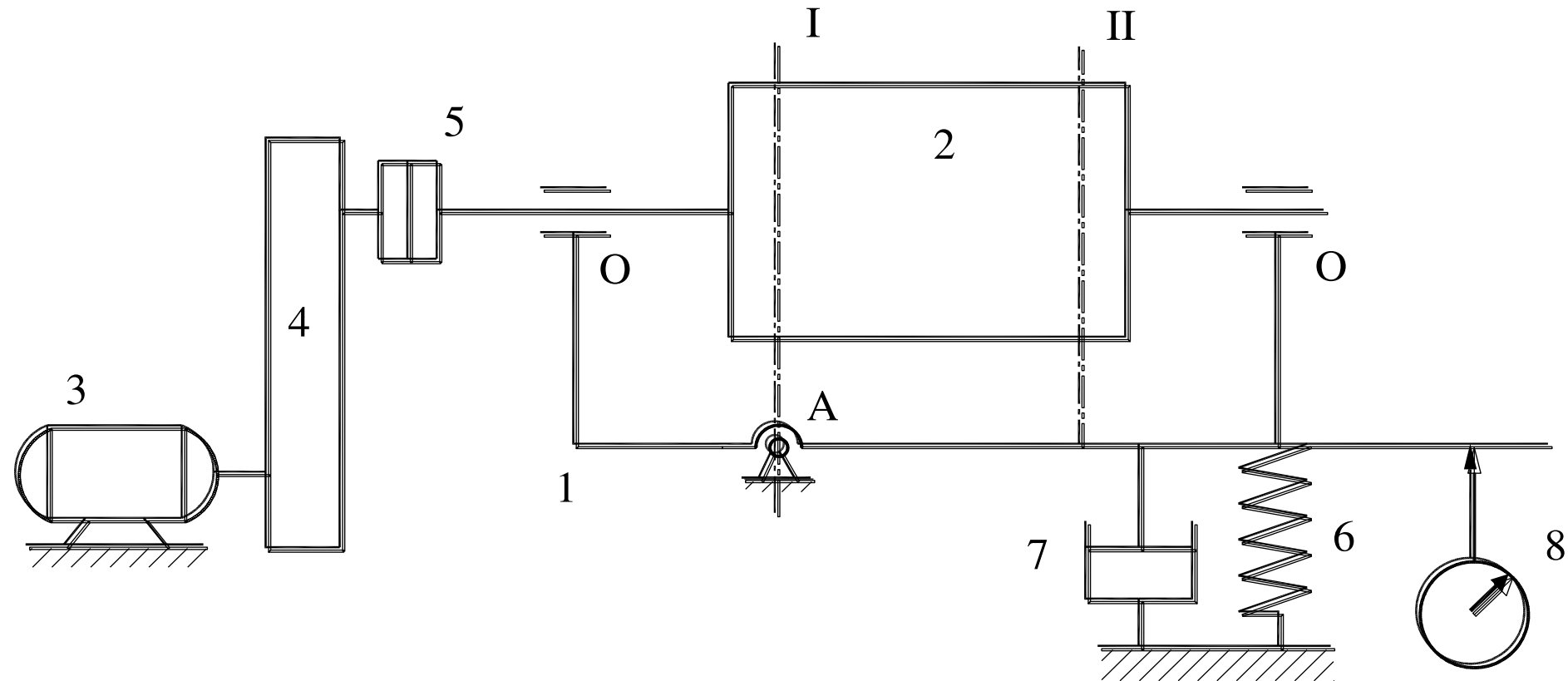
→ Bài toán xử lý lượng mất cân bằng trên từng mặt phẳng (I) và (II)



III. CÂN BẰNG MÁY

1. Cân bằng khâu quay

c) Giới thiệu máy cân bằng động





III. CÂN BẰNG MÁY

1. Cân bằng khâu quay

c) Giới thiệu máy cân bằng động





III. CÂN BẰNG MÁY

2. Cân bằng cơ cấu

a. Nguyên tắc cân bằng

- Chỉ xét cơ cấu phẳng
- Cơ cấu là một hệ chất điểm có khối tâm luôn di động trong quá trình chuyển động của cơ cấu. Nếu thu gọn các lực quán tính của toàn bộ cơ cấu về khối tâm của nó, ta được một vector chính P và một moment chính M
- Cơ cấu hoàn toàn cân bằng khi $P = 0$ và $M = 0$
- Cân bằng M rất phức tạp \rightarrow chỉ xét cân bằng lực quán tính chính P

$$\begin{aligned} \vec{P} &= -m\vec{a}_s \\ \vec{P} &= 0 \Leftrightarrow \vec{a}_s = 0 \end{aligned}$$

m : khối lượng cơ cấu

a_s : gia tốc khối tâm của cơ cấu

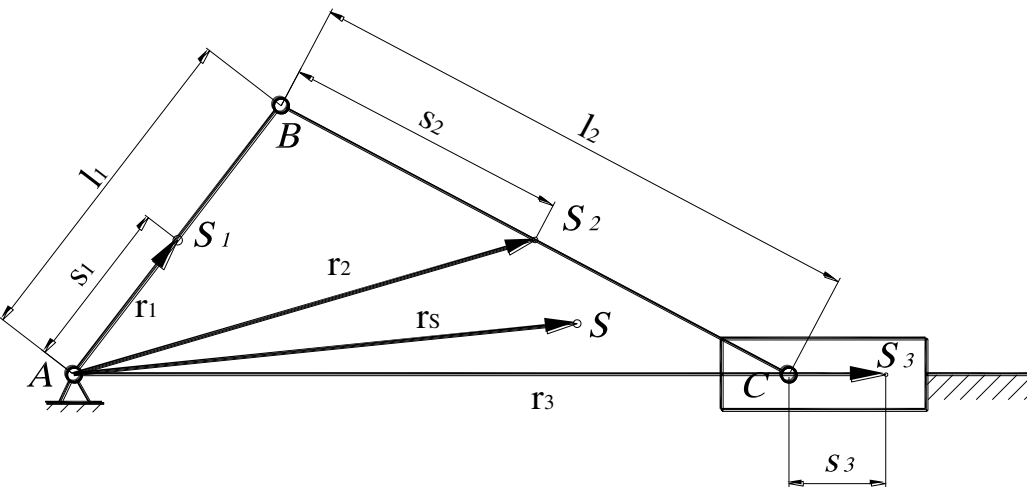
\rightarrow Cân bằng cơ cấu bằng cách bố trí khối lượng các khâu sao cho khối tâm luôn luôn cố định



III. CÂN BẰNG MÁY

2. Cân bằng cơ cấu

b. Ví dụ: Cân bằng cơ cấu tay quay – con trượt



- Khối lượng các khâu m_1, m_2, m_3
- Trọng tâm S_1, S_2, S_3 đặt tại r_1, r_2, r_3

$$\begin{aligned} r_1 &= s_1 \\ r_2 &= l_1 + s_2 \\ r_3 &= l_1 + l_2 + s_3 \end{aligned}$$

- Khối tâm cơ cấu

$$r_s = \frac{m_1 r_1 + m_2 r_2 + m_3 r_3}{m} = \frac{m_1 s_1 + (m_2 + m_3) l_1}{m} + \frac{m_2 s_2 + m_3 l_2}{m} + \frac{m_3 s_3}{m}$$

$$r_s = \text{const} \Rightarrow \begin{cases} m_1 s_1 + (m_2 + m_3) l_1 = 0 \\ m_2 s_2 + m_3 l_2 = 0 \end{cases}$$

→ Để khối tâm cố định,

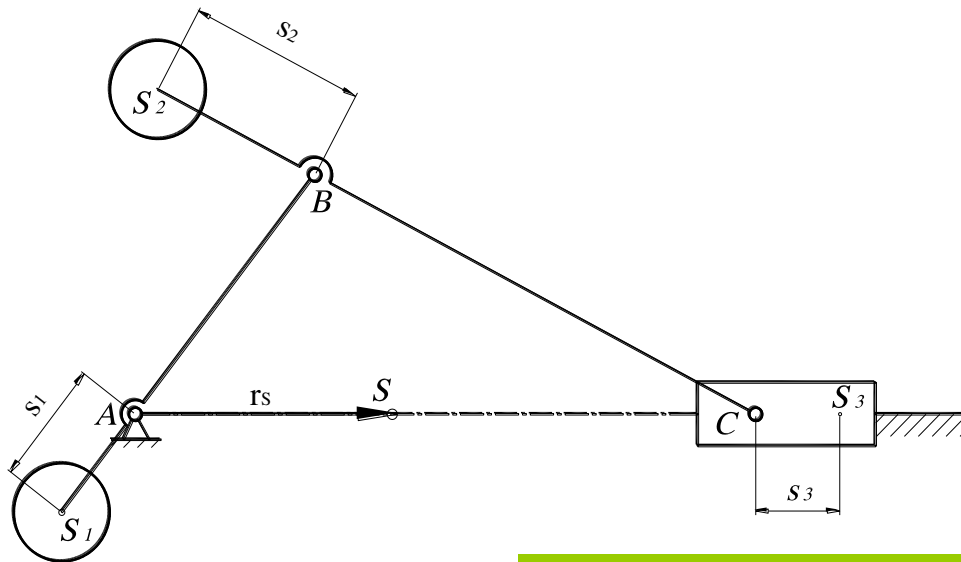
Ths. Trương Quang Trường



III. CÂN BẰNG MÁY

2. Cân bằng cơ cấu

b. Ví dụ: Cân bằng cơ cấu tay quay – con trượt



$$\begin{cases} \overset{\mathbf{r}}{m_1} s_1 + (\overset{\mathbf{r}}{m_2} + \overset{\mathbf{r}}{m_3}) l_1 = 0 \\ \overset{\mathbf{r}}{m_s} s_2 + \overset{\mathbf{r}}{m_3} l_2 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \overset{\mathbf{r}}{s_1} = -\frac{\overset{\mathbf{r}}{m_2} + \overset{\mathbf{r}}{m_3}}{\overset{\mathbf{r}}{m_1}} l_1 \\ \overset{\mathbf{r}}{s_2} = -\frac{\overset{\mathbf{r}}{m_3}}{\overset{\mathbf{r}}{m_2}} l_2 \end{cases}$$



VI. HIỆU SUẤT

Định nghĩa

- Hiệu suất (η , %) là tỉ số giữa công có ích và tổng công mà máy tiêu thụ:

$$\eta = \frac{A_{ci}}{A_d} = \frac{A_d - A_{ms}}{A_d} = 1 - \frac{A_{ms}}{A_d}$$

A_{ci} : công có ích

A_d : công phát động (công mà máy tiêu thụ)

A_{ms} : công của lực ma sát

- Hiện nhiên $0 \leq \eta < 1$

IV. HIỆU SUẤT

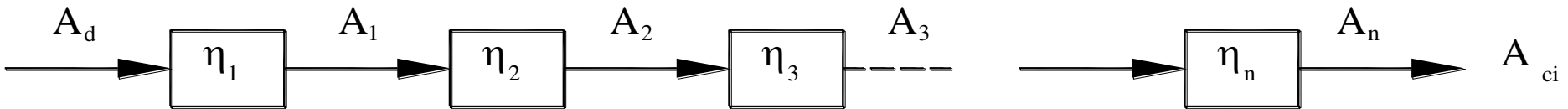


Tên gọi	Hiệu suất η	
	Được che kín	Để hở
Bộ truyền bánh răng trụ	0,96 ÷ 0,98	0,93 ÷ 0,95
Bộ truyền động bánh răng côn	0,95 ÷ 0,97	0,92 ÷ 0,94
Bộ truyền trục vít		
$Z_1 = 1$	0,70 ÷ 0,75	
$Z_1 = 2$	0,75 ÷ 0,82	
$Z_1 = 4$	0,87 ÷ 0,92	
Bộ truyền xích	0,95 ÷ 0,97	0,90 ÷ 0,93
Bộ truyền bánh ma sát	0,90 ÷ 0,96	0,70 ÷ 0,88
Bộ truyền đai		0,95 ÷ 0,96
Một cặp ổ lăn	0,99 ÷ 0,995	
Một cặp ổ trượt	0,98 ÷ 0,99	



IV. HIỆU SUẤT

1. Hệ thống khớp động, cơ cấu, máy, lắp nối tiếp



A_d : công đưa vào chuỗi động

A_{ci} : công lấy ra sau chuỗi động

A_i : công còn lại sau khi qua thành phần có hiệu suất η_i .

- Hiệu suất chuỗi nối tiếp

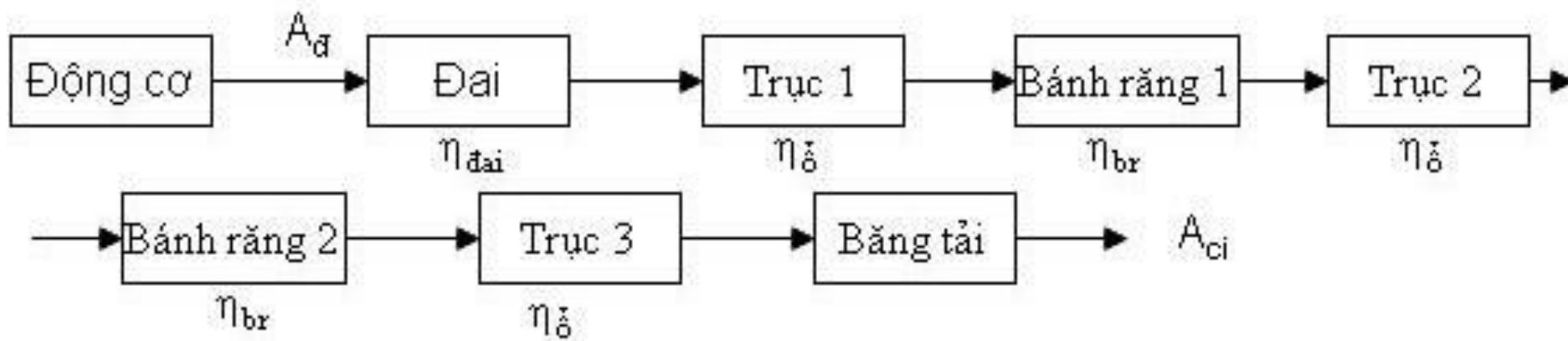
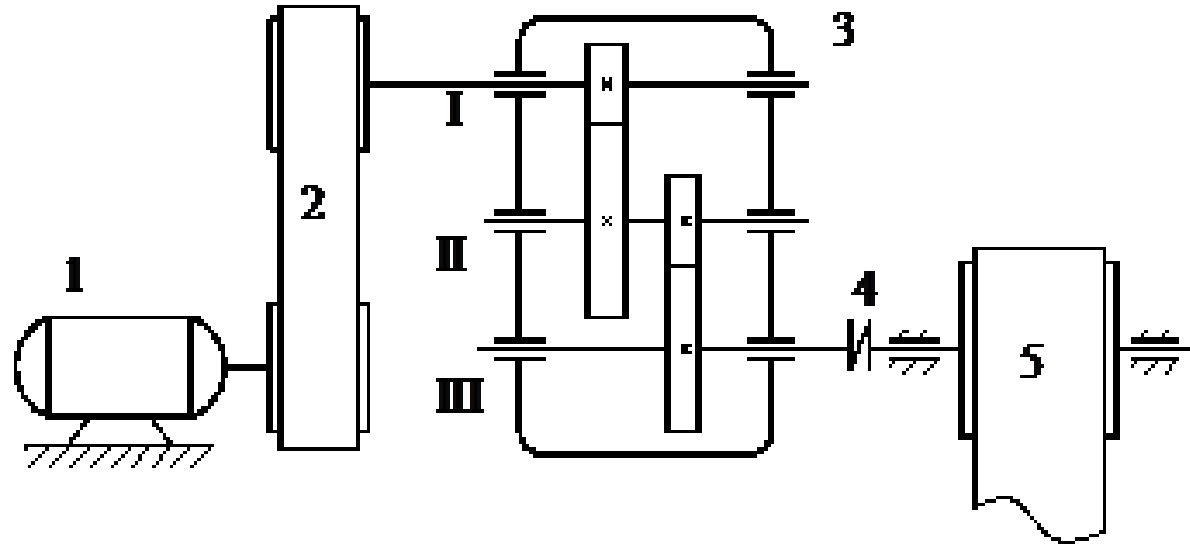
$$\left. \begin{aligned} \eta &= \frac{A_{ci}}{A_d} = \frac{A_n}{A_{n-1}} \frac{A_{n-1}}{A_{n-2}} \dots \frac{A_3}{A_2} \frac{A_2}{A_1} \frac{A_1}{A_d} \\ \eta_i &= \frac{A_i}{A_{i-1}} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \eta = \frac{A_n}{A_d} = \eta_n \cdot \eta_{n-1} \dots \eta_2 \cdot \eta_1$$



IV. HIỆU SUẤT

1. Hệ thống khớp động, cơ cấu, máy, lắp nối tiếp

Ví dụ

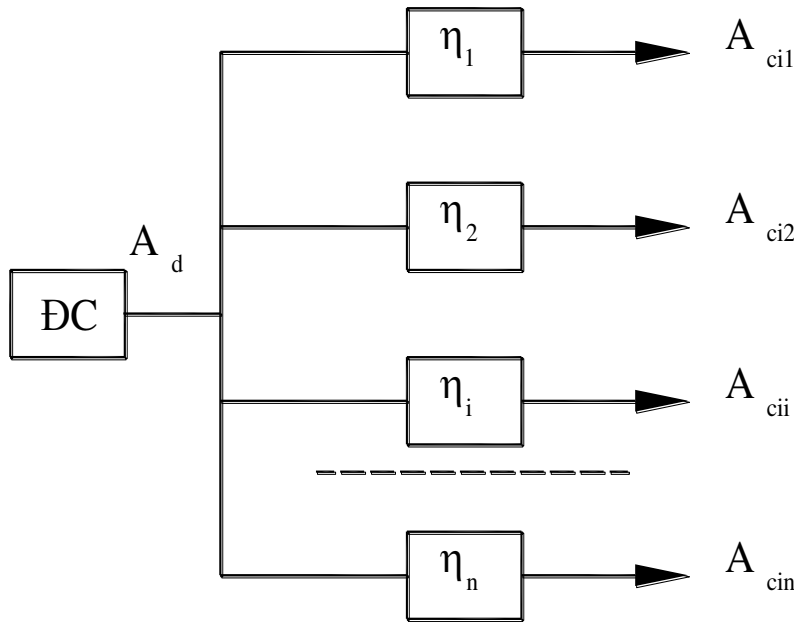


$$\eta = A_{ci} / A_d = \eta_{đai} \times \eta_{\dot{o}}^3 \times \eta_{br}^2 = 0,95 \cdot 0,99^3 \cdot 0,97^2 = 0,867$$



IV. HIỆU SUẤT

2. Hệ thống khớp động, cơ cấu, máy, lắp song song



A_d : công đưa vào chuỗi động

A_{cii} : công còn lại sau khi qua thành phần có hiệu suất η_i

Hiệu suất chuỗi song song

$$\eta = \frac{A_{ci}}{A_d} = \frac{\sum_{i=1}^n A_{cii}}{\sum_{i=1}^n \frac{A_{cii}}{\eta_i}}$$

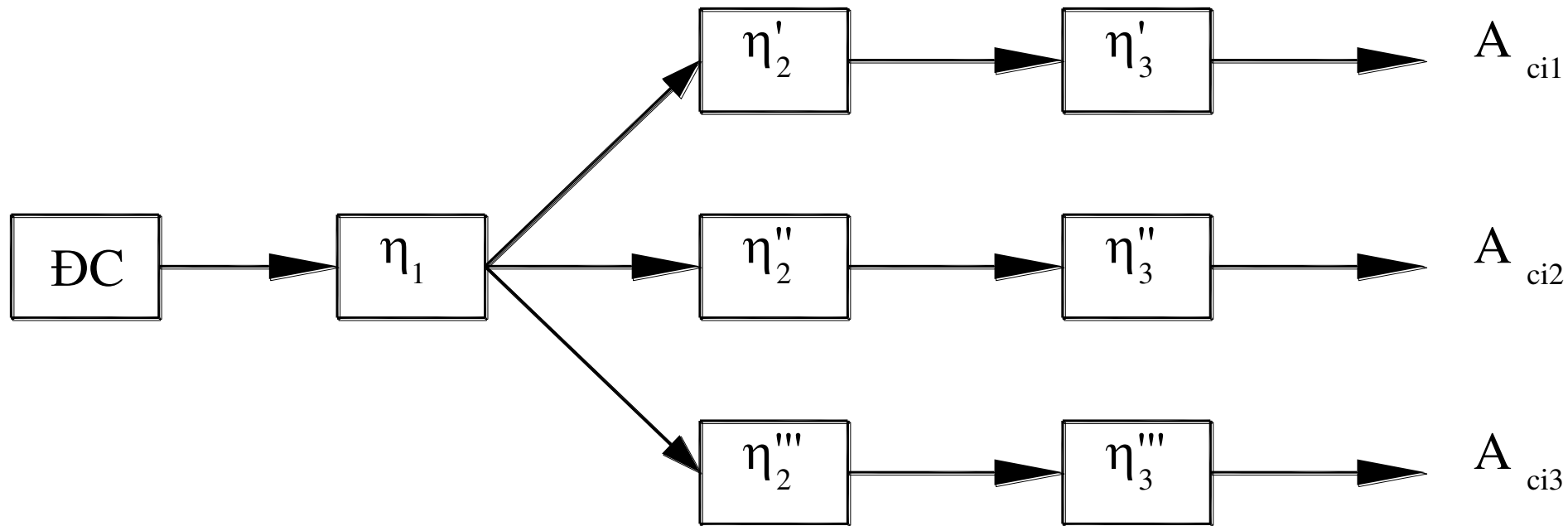
với

Đặc biệt: $\eta_1 = \eta_2 = \dots = \eta_n = \eta_c \rightarrow \eta = \frac{\sum_{i=1}^n A_{ci}}{\sum_{i=1}^n \frac{A_{ci}}{\eta_c}} = \frac{\sum_{i=1}^n A_{ci}}{\frac{1}{\eta_c} \cdot \sum_{i=1}^n A_{ci}} = \eta_c$



IV. HIỆU SUẤT

3. Hệ thống khớp động, cơ cấu, máy, lắp hỗn hợp

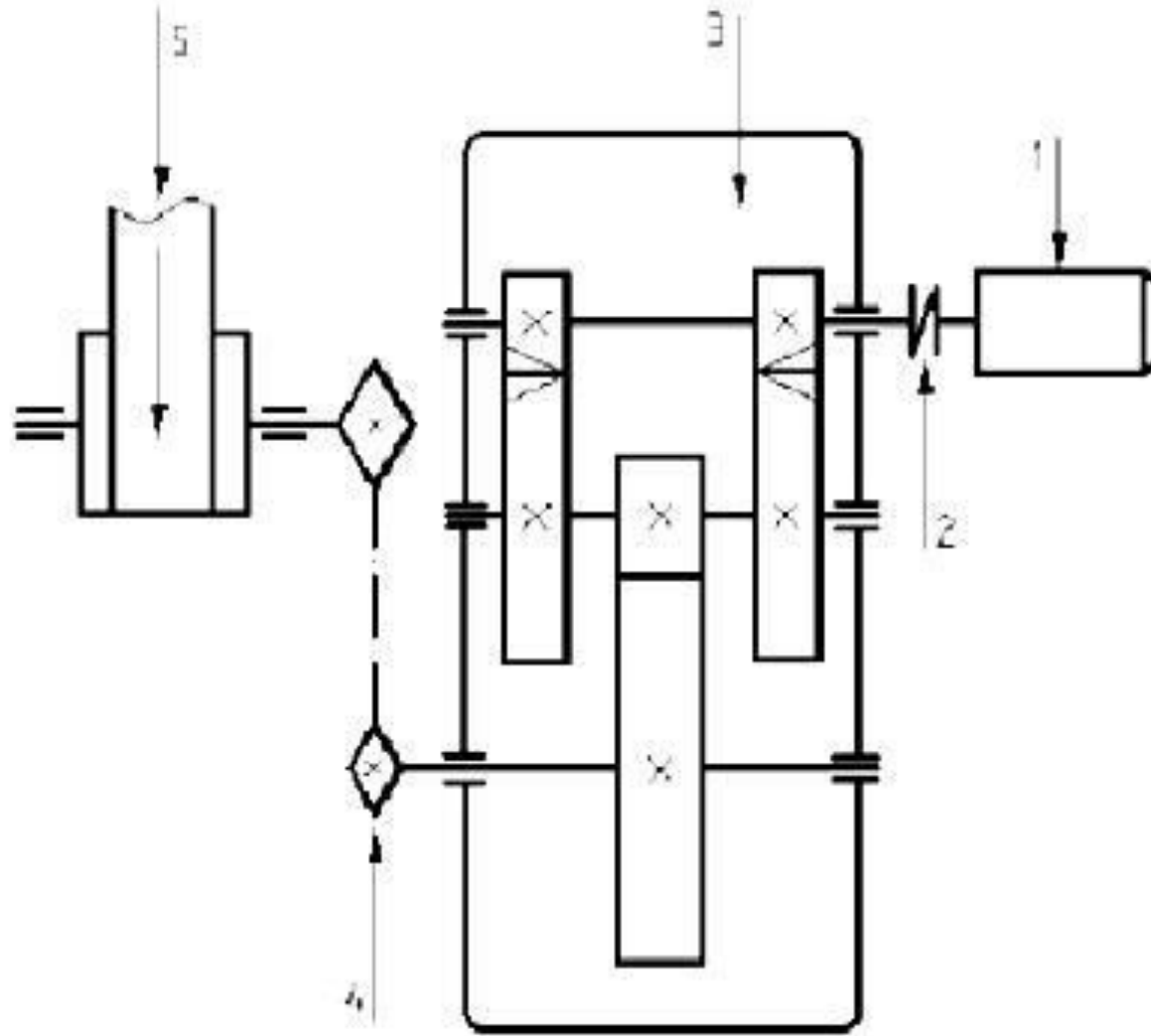




IV. HIỆU SUẤT

3. Hệ thống khớp động, cơ cấu, máy, lắp hỗn hợp

VD:



$$\eta = ?$$

