

CƠ KỸ THUẬT

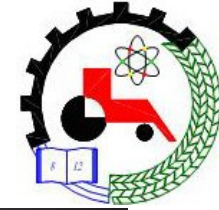


GV: ThS. TRƯƠNG QUANG TRƯỜNG
KHOA CƠ KHÍ – CÔNG NGHỆ
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM TP.HCM



ĐƠN VỊ HIỆU SUẤT CÔNG VÀ NĂNG LƯỢNG,...

I. ĐƠN VỊ



1. CÁC ĐƠN VỊ THƯỜNG DÙNG TRONG HỆ SI

Đại lượng	Ký hiệu	Đơn vị	
* Chiều dài	l	m	mét - meter
* Diện tích	A	m^2	mét vuông – meter ²
* Thể tích	V	m^3	mét khối – meter ³
* Thời gian	t	s	giây - second
* Khối lượng	m	kg	kilogram
* Nhiệt độ	t	°K	Độ Kelvin
		°C	Độ C
* Góc		rad, o	radian

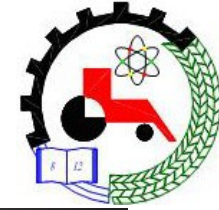
I. ĐƠN VỊ



1. CÁC ĐƠN VỊ THƯỜNG DÙNG TRONG HỆ SI

Đại lượng	Ký hiệu	Đơn vị	
* Vận tốc	v	m/s	Mét/giây
* Vận tốc góc		rad/s, 1/s	Radian/giây
* Gia tốc	a	m/s^2	Mét/giây ²
* Gia tốc góc		$rad/s^2, 1/s^2$	Radian/giây ²
* Lực	P	$N = kg.m/s^2$	Newton
* Momen	T	Nm	Newton - meter

I. ĐƠN VỊ



1. CÁC ĐƠN VỊ THƯỜNG DÙNG TRONG HỆ SI

Đại lượng	Ký hiệu	Đơn vị	
* Năng lượng, công	$A, E, W...$	$J (= Nm)$	Joule (jun)
* Công suất	N	$W (=J/s)$	Watt (oát)
		HP ($1HP = 746W$ $0,75$ kW)	Horsepower (mã lực)
* Ứng suất, áp suất	,	$N/m^2 = Pa$	Pascal



I. ĐƠN VỊ

2. CÁC TIẾP ĐẦU NGŨ THƯỜNG DÙNG

Tên	Ký hiệu	Hệ số
mega	M	1 000 000 = 10^6
kilo	k	1 000 = 10^3
mili	m	0,001 = 10^{-3}
micro		0,000 001 = 10^{-6}
deka	da	10 = 10^1
deci	d	0,1 = 10^{-1}
centi	c	0,01 = 10^{-2}



I. ĐƠN VỊ

2. CÁC TIẾP ĐẦU NGŨ THƯỜNG DÙNG

Ví dụ:

$$+ 1 \text{ km} = 1000 \text{ m} = 10^3 \text{ m}$$

$$+ 1 \text{ } \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$$

$$+ 1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$$

$$+ 1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa} = 10^6 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ N/mm}^2$$



II. HIỆU SUẤT

Định nghĩa

- Hiệu suất (, %) 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

- Hiển nhiên $0 < 1$



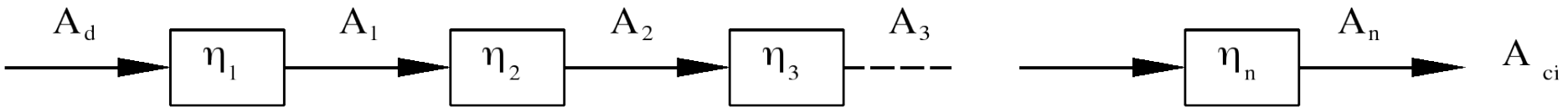
II. HIỆU SUẤT

Tên gọi	Hiệu suất			
	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		



II. 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

i

- Hiệu suất chuỗi nối tiếp

$$\eta = \frac{A_{ci}}{A_d} = \frac{A_n}{A_{n-1}} \frac{A_{n-1}}{A_{n-2}} \dots \frac{A_3}{A_2} \frac{A_2}{A_1} \frac{A_1}{A_d}$$

$$\eta = \frac{A_n}{A_d} = \eta_n \cdot \eta_{n-1} \dots \eta_2 \cdot \eta_1$$

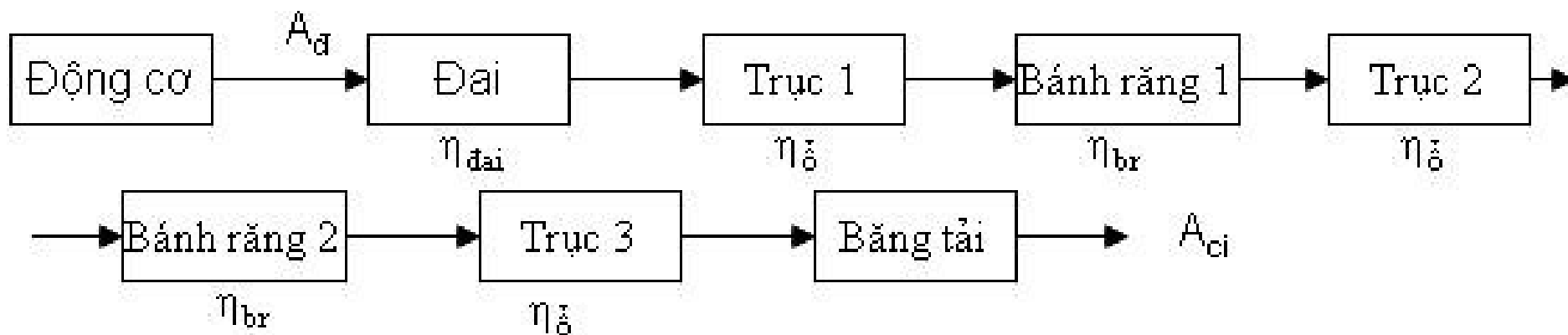
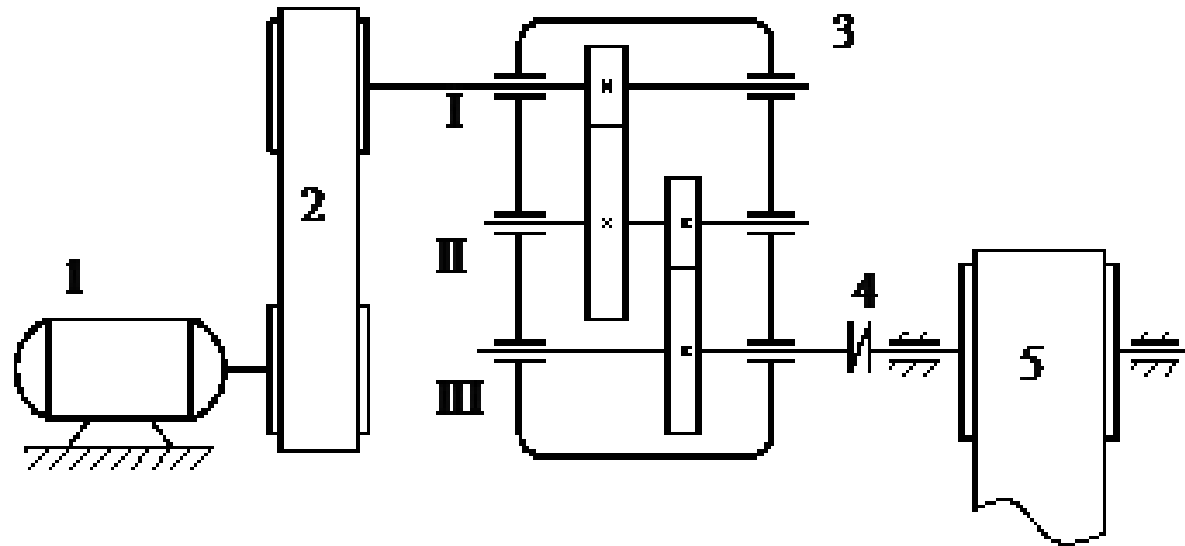
$$\eta_i = \frac{A_i}{A_{i-1}}$$



II. HIỆU SUẤT

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

Ví dụ



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

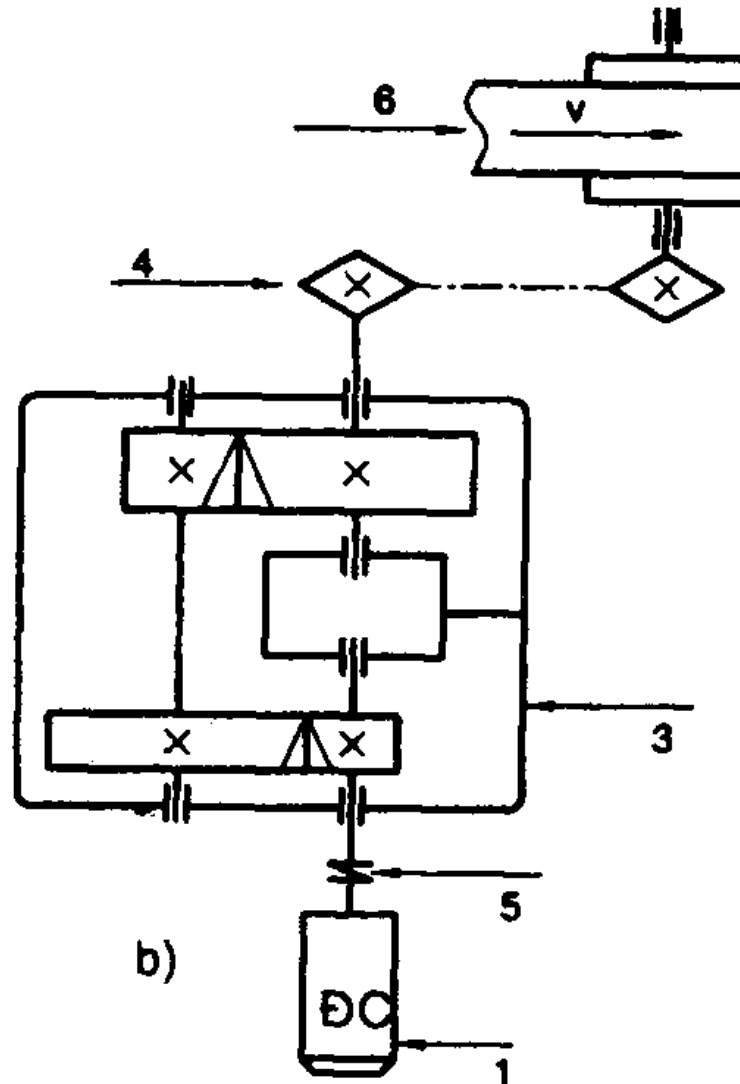


II. HIỆU SUẤT

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

Ví dụ

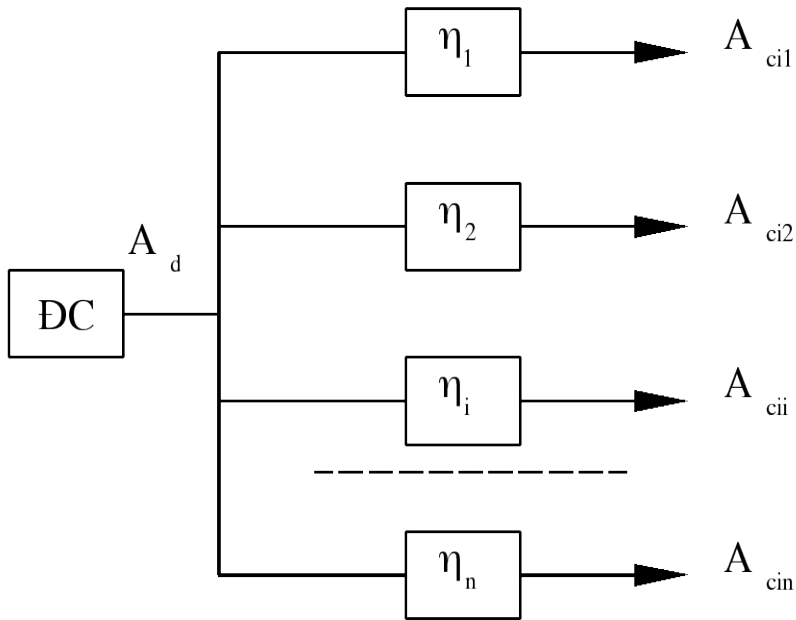
= ?





II. 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

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

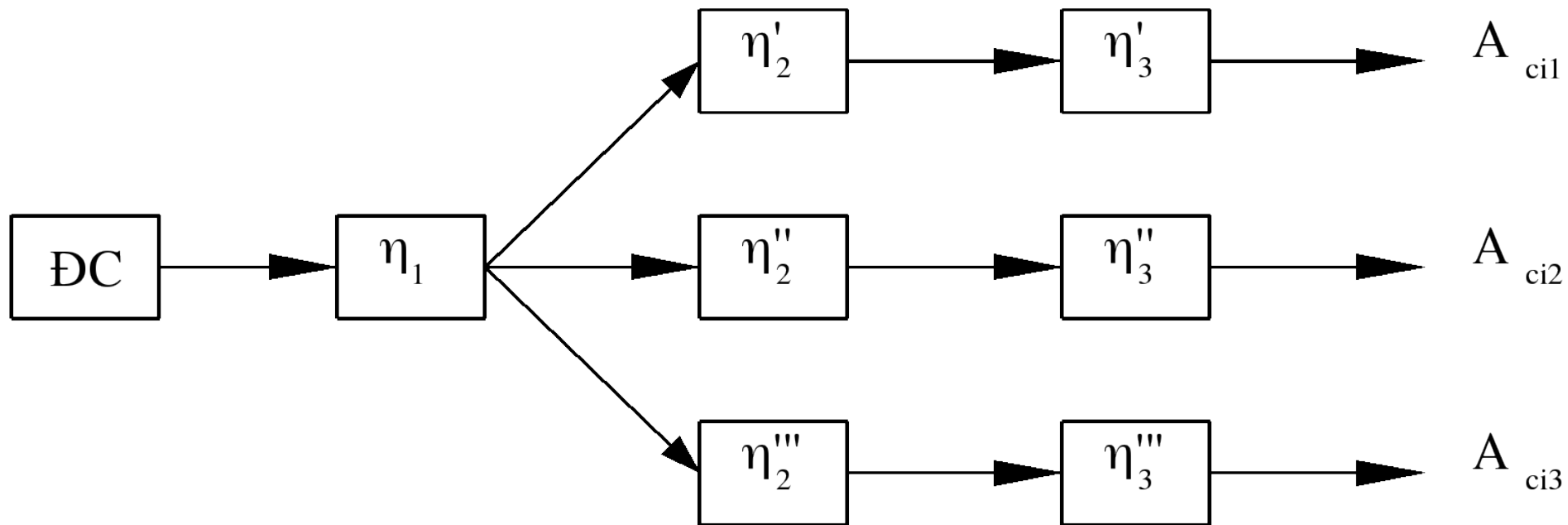
Đặc biệt: $\eta_1 = \eta_2 = \dots = \eta_n = \eta_c \rightarrow$

$$\eta = \frac{A_{ci}}{A_d} = \frac{A_{ci}}{\eta_c^n} \cdot \eta_c^n = \eta_c^n \cdot \eta_c^n = \eta_c^{2n}$$



II. HIỆU SUẤT

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

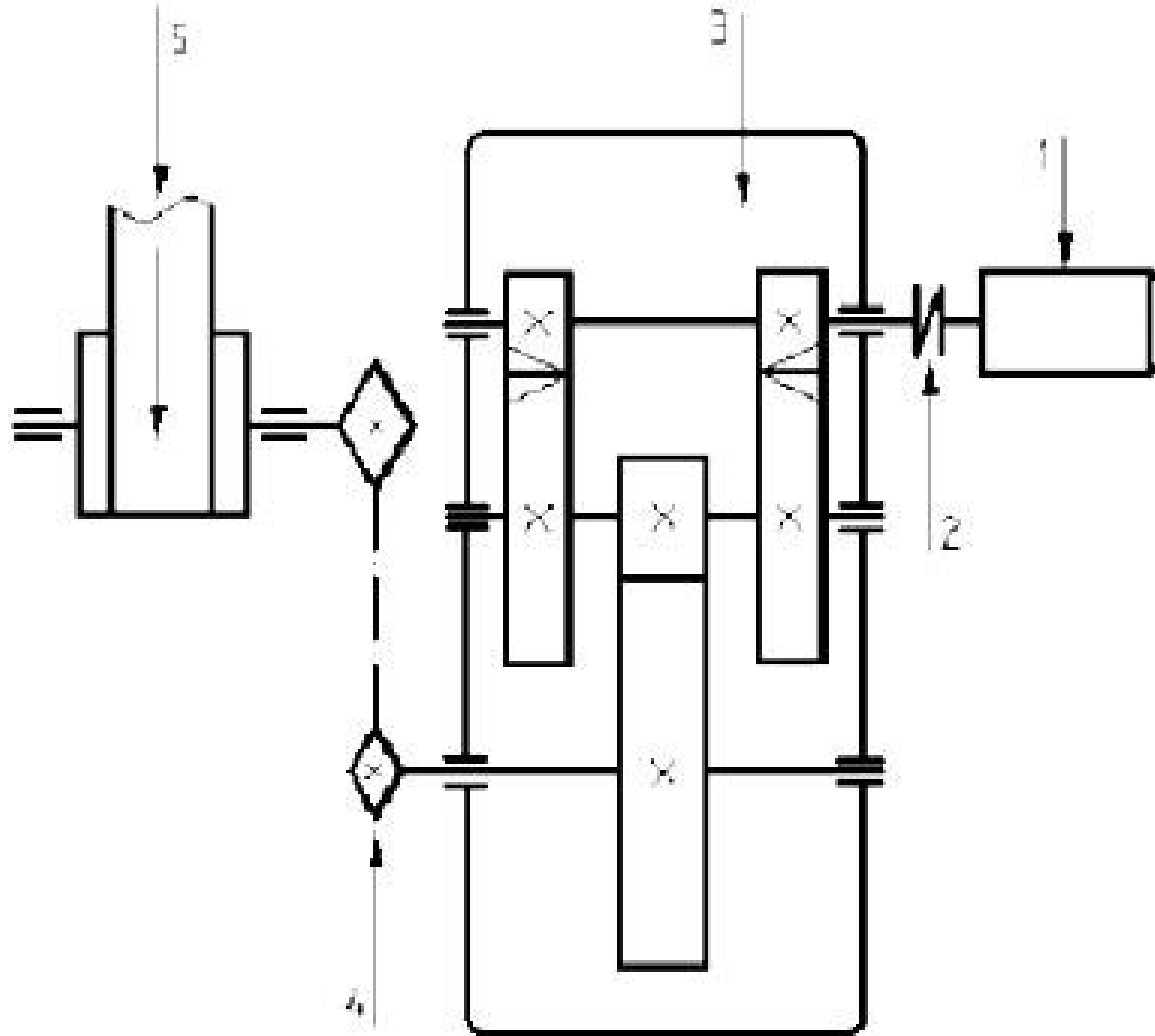




II. HIỆU SUẤT

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

VD:



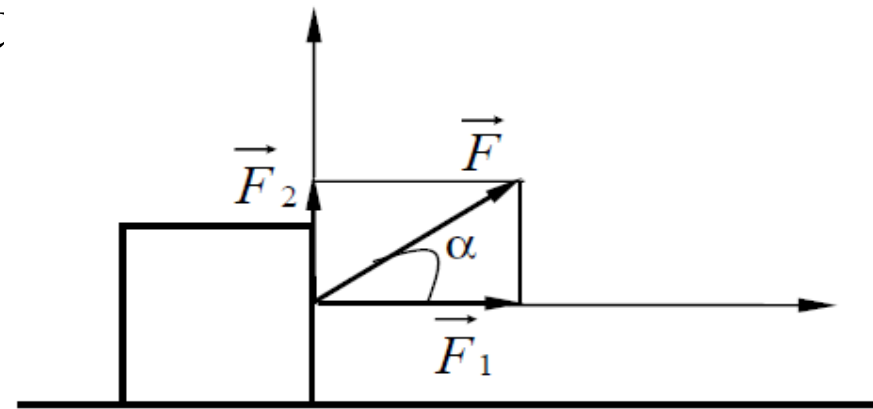
= ?



III. CÔNG

Định nghĩa: Công sinh ra bởi một lực F tác động tại một điểm trên 1 CTM, khi điểm di chuyển từ điểm đầu s_1 đến điểm cuối s_2 .

$$W = \int_{s_1}^{s_2} F \cdot ds$$



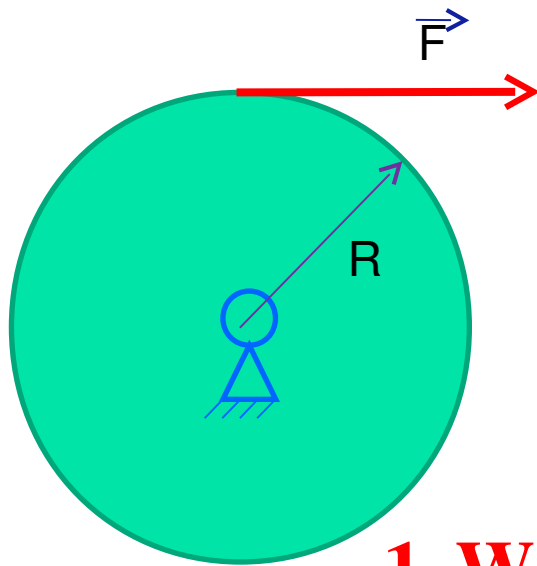
- Chuyển động trên đường thẳng: $W = F \cdot S \cdot \cos \alpha$
- Chuyển động trên đường cong: $W = F \cdot R \cdot \varphi = T \cdot \varphi$

Nếu F (N), S (m); đơn vị của công là Joule, ký hiệu là J



III. CÔNG

VD1: Một bánh đang quay dưới tác dụng của lực tiếp tuyến đặt tại bán kính R .



1. Giả sử bánh quay n vòng. Hãy xác định công sinh ra trong trường hợp này.
2. Giả sử bánh quay một góc dưới tác dụng của lực. Hãy xác định công sinh ra trong trường hợp này.

Giải

$$1. W = F.S = F.(2 \pi R).n$$

(Ở đây, S là quãng đường đi được của lực)

$$2. W = T. \theta = F.R.$$



III. CÔNG

- Nếu $W > 0$: chiều F cùng chiều chuyển động lực sinh công
- Nếu $W < 0$: chiều F ngược chiều chuyển động lực tiêu thụ công (sinh công cản). VD: lực ma sát, lực cản, ...
- Công sinh ra bởi lực (momen) = sự truyền năng lượng đến CTM:
 - + Thế năng (potential energy)
 - + Động năng (kinetic energy)
 - + Nội năng (internal energy)
 - + Nhiệt năng (heat energy)

Năng lượng luôn được bảo toàn trong tất cả các quá trình truyền năng lượng!



III. CÔNG

VD2: Hình vẽ thể hiện 1 cam đang quay, dẫn động cho cần chuyển động theo phương thẳng đứng. Tại vị trí này, cần di chuyển lên trên dưới t/d của lực $F = 1$ (N). Biết rằng khi cam quay một góc $\theta = 0,1$ (rad) thì cần di chuyển một đoạn $s = 1$ (mm).

Hãy xác định **momen** trung bình cần thiết để làm quay trục cam trong khoảng thời gian này?

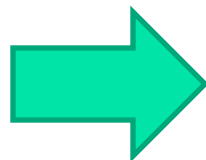
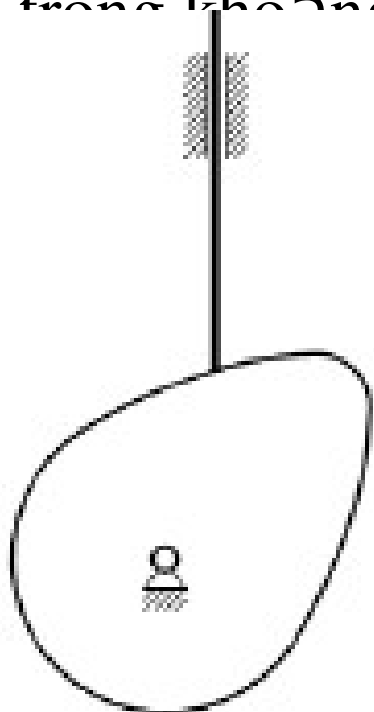
Giải

Giả thuyết:

- Momen là hằng số trong khoảng thời gian đang xét.

• Công qua mặt mát năng lượng $W = T \cdot \theta$ sát.

• Công trên cần: $W = F \cdot s$



$$T = \frac{F \cdot s}{\theta} = \frac{1 \cdot 0,001}{0,1} = 0,01 \text{ Nm} = 10 \text{ Nmm}$$



VI. CÔNG SUẤT

Định nghĩa: Công suất là công của lực sinh ra trong một đơn vị thời gian.

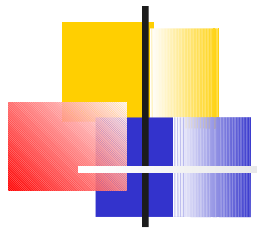
$$N = \frac{dW}{dt} = \frac{F \cdot ds}{dt} = F \cdot v$$

Trong hệ SI, đơn vị công suất là W (watt), $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$

Thường dùng các đơn vị: kW hay HP

$$1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$$

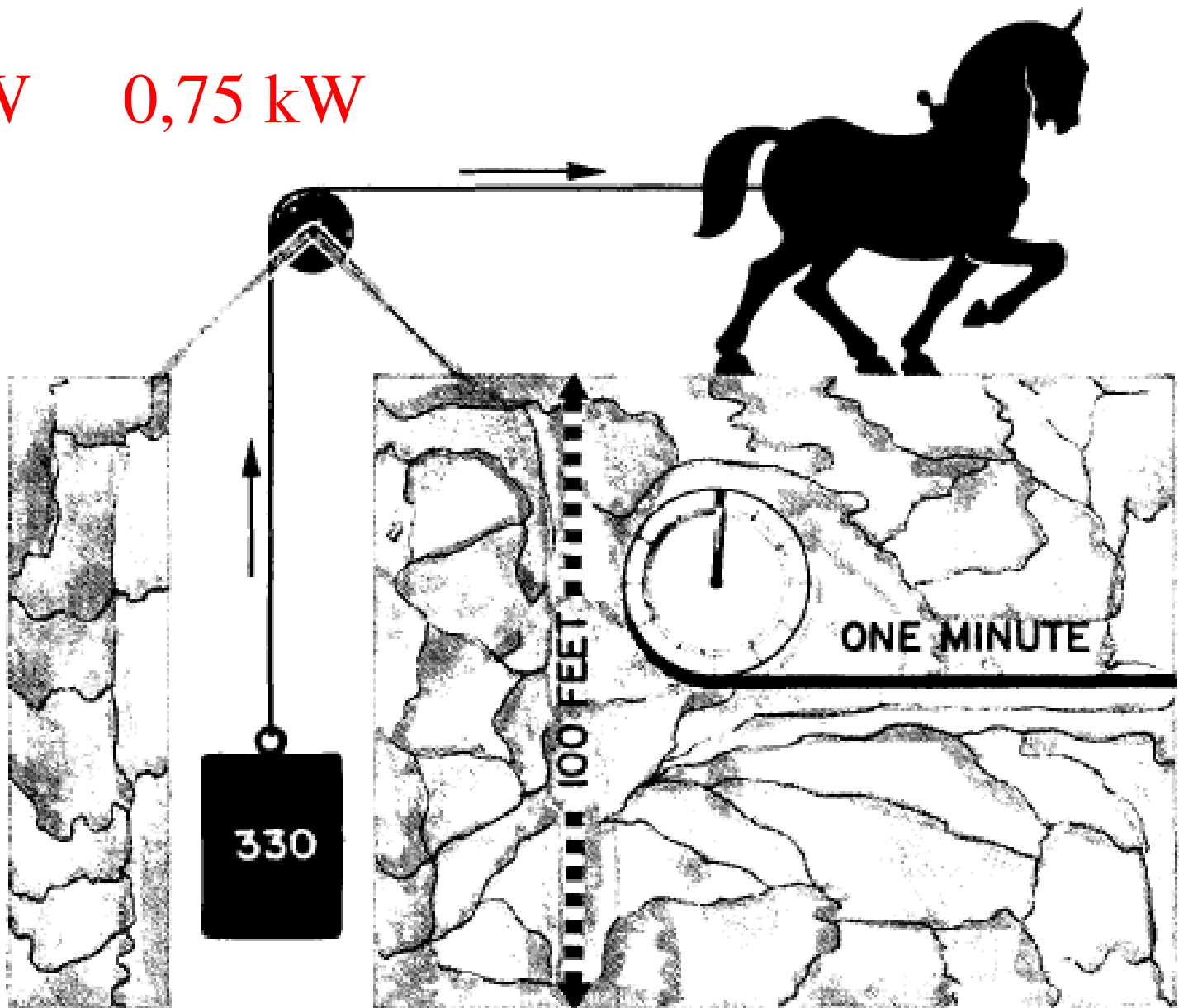
$$1 \text{ HP} = 746 \text{ W} \quad 0,75 \text{ kW}$$



VI. CÔNG SUẤT



1 HP = 746 W 0,75 kW





VI. CÔNG SUẤT

- Chuyển động trên đường thẳng: $N = F.V.\cos\alpha$

- Chuyển động trên đường cong: $N = T.\omega$

Chuyển động quay tròn với n vòng/ phút: $N = T.\frac{\pi.n}{30}$

Nếu N (kW), T (Nm), n (vòng/phút)

$$N = T.\frac{\pi.n}{30}.\frac{1}{1000} = \frac{Tn}{9549} \quad \frac{Tn}{9550}$$



VI. CÔNG SUẤT

VD3: Sử dụng dữ liệu của VD2, $T = 0,01 \text{ Nm}$, $\theta = 0,1 \text{ rad}$, quay với tốc độ 1000 vòng/phút. Hãy xác định công suất trung bình trong suốt thời gian này.

Giải

* **Tính theo định nghĩa $N = W/t$**

+ Vận tốc góc: $\omega = n/30 = 104,7 \text{ (rad/s)}$

+ Thời gian để cam quay $0,1 \text{ rad}$:

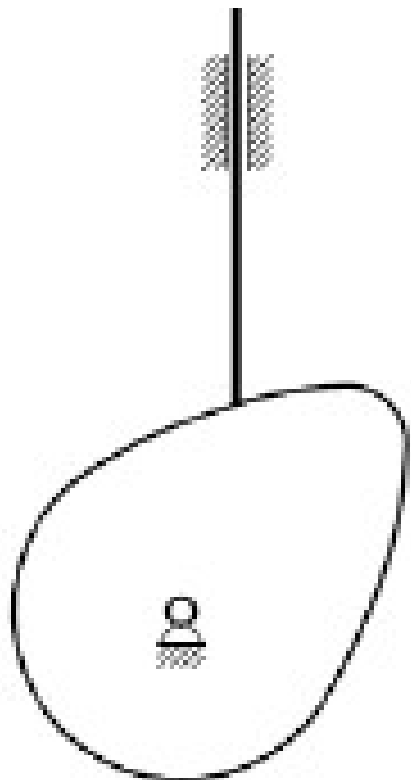
$$dt = \theta / \omega = 0,1/104,7 = 9,55 \cdot 10^{-4} \text{ (s)}$$

Vậy, công suất trung bình là:

$$N = \frac{dW}{dt} = \frac{T \cdot \theta}{dt} = \frac{0,01 \cdot 0,1}{9,55 \cdot 10^{-4}} = 1,05 \text{ W}$$

* **Tính theo công thức $N = T \cdot \omega$**

$$N = T \cdot \omega = 0,01 \cdot 104,7 = 1,05 \text{ W}$$



V. BẢO TOÀN NĂNG LƯỢNG

(Conservation of Energy)



Trong 1 hệ thống, khi không có sự truyền khối qua biên của nó, sự bảo toàn năng lượng thể hiện bởi:

$$\Delta E = \Delta KE + \Delta PE + \Delta U = Q + W$$

Trong đó:

- + E: sự thay đổi trong năng lượng tổng của hệ thống;
- + KE: sự thay đổi trong động năng của hệ thống;
- + PE: sự thay đổi trong thế năng của hệ thống;
- + U: sự thay đổi trong nội năng của hệ thống;
- + Q: năng lượng nhiệt được truyền đến hệ thống;
- + W: công thực hiện trên hệ thống.

$$\Delta KE = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2)$$

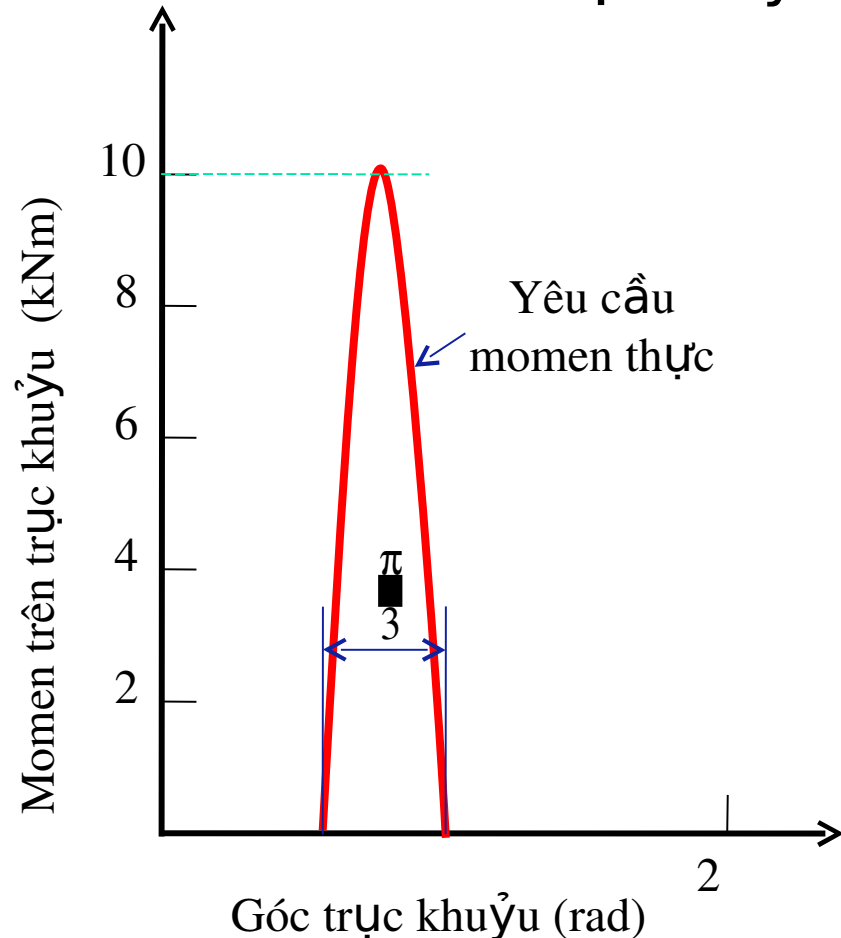
$$\Delta PE = mg (h_2 - h_1)$$

V. BẢO TOÀN NĂNG LƯỢNG

(Conservation of Energy)



VD4: Trục khuỷu của 1 máy đập quay với tốc độ $n = 60 \text{ rpm}$ để tạo ra các lỗ (được đục - đập) trên thép tấm với năng suất 60 lỗ/phút . Yêu cầu về momen trên trục khuỷu được thể hiện trên hình.



Máy đập được dẫn động (qua hộp giảm tốc) bởi motor có số vòng quay $n = 1200 \text{ rpm}$. Bỏ qua ảnh hưởng của quán tính. Hãy xác định **công suất cần thiết của motor** để đảm bảo momen lớn nhất của trục khuỷu? **Giải**

Thừa nhận:

- + Mất mát do ma sát không đáng kể.
- + Năng lượng không được dự trữ dưới dạng động năng quay.
- + Motor cung cấp momen tối đa một cách liên tục.

V. BẢO TOÀN NĂNG LƯỢNG (Conservation of Energy)



Giải

Bỏ qua ma sát Công suất động cơ = công suất trục khuỷu

$$T_{dc} \cdot \omega_{dc} = T_{truc} \cdot \omega_{truc} \quad \diamond ? \quad T_{dc} = T_{truc} \cdot \frac{\omega_{truc}}{\omega_{dc}} = T_{truc} \cdot \frac{n_{truc}}{n_{dc}}$$

Với hộp giảm tốc 20:1 (1200rpm/60rpm)

$$\diamond ? \quad T_{dc} = 10 \cdot \frac{1}{20} = 0,5 \text{ kNm} = 500 \text{ Nm}$$

Công suất động cơ:

$$N_{dc} = T_{dc} \cdot \omega_{dc} = T_{dc} \cdot \frac{\pi n_{dc}}{30} = 0,5 \cdot \frac{\pi \cdot 1200}{30} = 62,8 \text{ kW} \quad 84,2 \text{ HP}$$

Lưu ý: Công sinh ra trên 1 vòng quay của trục là:

$$W = T \cdot \theta = 500(\text{ Nm }) \times 2\pi(\text{ rad }) = 1000\pi(\text{ J })$$

V. BẢO TOÀN NĂNG LƯỢNG

(Conservation of Energy)



Nhận xét:

1. Sẽ là phí phạm nếu dùng 1 motor có công suất như trên, vì công suất đó chỉ cần 1 khoảng thời gian rất ngắn ($\frac{1}{3}$ của chu kỳ 2).
2. Nếu dùng 1 bánh đà phù hợp, sẽ cho phép sử dụng 1 motor có công suất nhỏ hơn nhiều. Trong suốt chu kỳ đập, năng lượng sẽ được lấy từ bánh đà, bánh đà sẽ quay chậm lại. Giữa 2 lần đập, motor sẽ làm tăng tốc bánh đà đến tốc độ cần thiết.

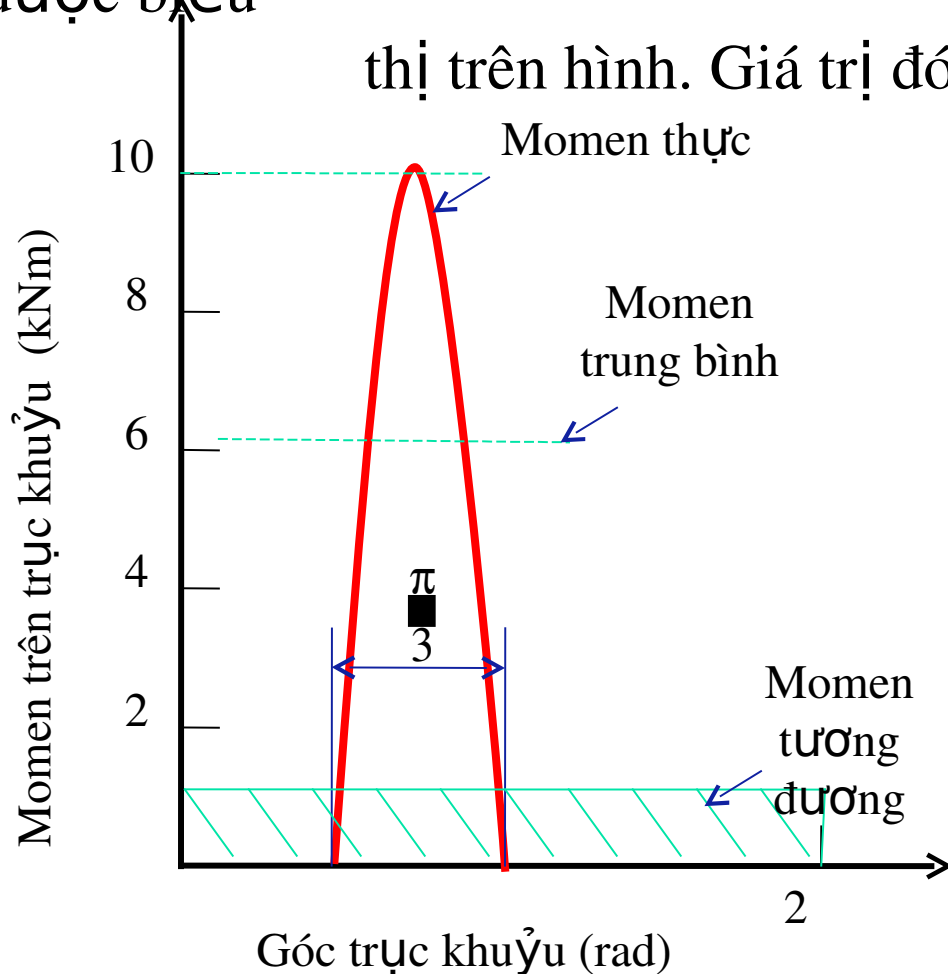
V. BẢO TOÀN NĂNG LƯỢNG

(Conservation of Energy)



VD5: Tiếp tục VD4. Hãy xác định công suất của motor trong trường hợp sử dụng bánh đà. Biết năng lượng cần thiết cho quá trình dập được biểu

thị trên hình. Giá trị đó là $2 \text{ (kNm)} = 6238 \text{ (J)}$



Giải

V. BẢO TOÀN NĂNG LƯỢNG

(Conservation of Energy)



Giải

Momen trung bình:

$$T_{tb} \cdot \frac{\pi}{3} = 2\pi \quad \blacklozenge \quad T_{tb} = 6 (kNm)$$

Bởi việc sử dụng bánh đà, cho phép motor cung cấp momen tương đương qua toàn thể chu kỳ 2π (rad).

Momen tương đương:

$$T_{td} = \frac{W}{\theta} = \frac{2\pi}{2\pi} = 1 (kNm) = T_{truc}$$

Momen trên trục khuỷu giảm 10 lần (10 kNm → 1 kNm)

Công suất cần thiết N = 6,28 kW 8,42 HP



BÀI TẬP



- Bài tập phần xem trên web:

<http://www2.hcmuaf.edu.vn/?ur=tqtruong>