

Họ tên sinh viên:

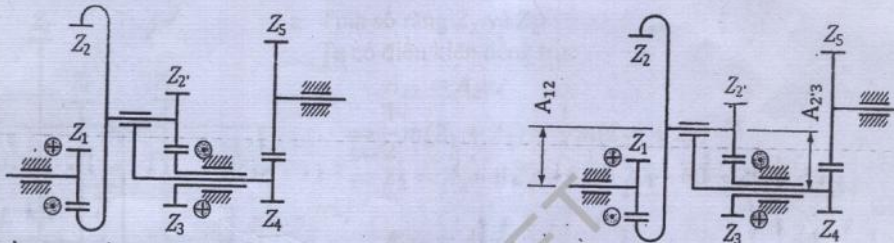
Mã số sinh viên:

Lớp:

Điểm

Câu 1: (5đ)

Cho hệ thống bánh răng như hình vẽ. Các bánh răng tiêu chuẩn và cùng môđun, biết các số răng $Z_1 = Z_3 = 20$, $Z_2 = 60$, $Z_4 = 16$, và $Z_5 = 40$. Bánh răng Z_1 và bánh răng Z_3 quay ngược chiều nhau với vận tốc $n_1 = 700$ vòng/phút và $n_3 = 200$ vòng/phút. Tính vận tốc ($\frac{V}{\text{SK-W}}$) và chiều của bánh răng Z_5 .



Từ điều kiện đồng trục $A_{12} = A_{2'3}$, ta có

$$\frac{1}{2}m(Z_2 - Z_1) = \frac{1}{2}m(Z_{2'} + Z_3) \Rightarrow Z_{2'} = Z_2 - Z_1 - Z_3 = 60 - 20 - 20 = 20 \quad (1đ)$$

Tỉ số truyền hệ thống vì sai thường cho

$$i_{13}^4 = \frac{n_1 - n_4}{n_3 - n_4} = \left(-\frac{Z_3}{Z_{2'}}\right) \times \left(+\frac{Z_2}{Z_1}\right) = -\frac{Z_3}{Z_{2'}} \times \frac{Z_2}{Z_1} \Rightarrow n_4 = \frac{Z_1 Z_{2'} n_1 + Z_2 Z_3 n_3}{Z_1 Z_{2'} + Z_2 Z_3} \quad (1đ)$$

Chú ý bánh răng Z_3 quay ngược chiều bánh răng Z_1 , do đó ta có

$$n_4 = \frac{20 \times 20 \times 700 - 60 \times 20 \times (-200)}{20 \times 20 + 60 \times 20} = 25 \text{ (vòng/phút)} \quad (1đ)$$

Tỉ số truyền hệ bánh răng thường

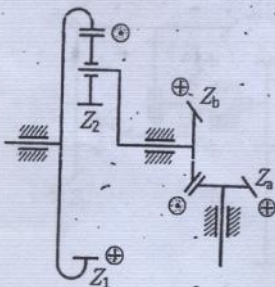
$$i_{54} = \frac{n_5}{n_4} = -\frac{Z_4}{Z_5} \Rightarrow n_5 = -\frac{Z_4}{Z_5} n_4$$

Do đó $n_5 = -\frac{16}{40} 25 = -10$ (vòng/phút)

và n_5 quay ngược chiều bánh răng Z_1

Câu 2: (5đ)

Cho hệ thống bánh răng như hình vẽ với các số liệu sau: $Z_1 = 75$, $Z_2 = 25$, $Z_a = 20$, $Z_b = 30$, bánh răng Z_1 và Z_a quay theo chiều như hình vẽ với giá trị $n_1 = 150$ (vòng/phút) và $n_a = 75$ (vòng/phút). Tính vận tốc góc (giá trị và chiều) của bánh răng Z_2 .



Tỉ số truyền của hệ bánh răng vì sai không gian

$$i_{21}^b = \frac{n_2 - n_b}{n_1 - n_b} = +\frac{Z_1}{Z_2}$$

$$\Rightarrow n_2 = \frac{Z_1}{Z_2} n_1 + \left(1 - \frac{Z_1}{Z_2}\right) n_b = 3n_1 - 2n_b$$

Tỉ số truyền hệ thống bánh răng không gian thường

$$i_{ba} = \frac{n_b}{n_a} = \frac{Z_a}{Z_b} \Rightarrow n_b = \frac{Z_a}{Z_b} n_a = \frac{20}{30} 75 = 50 \text{ (vòng/phút)}$$

Chú ý chiều Z_b ngược chiều của Z_1 , ta có

$$n_2 = 3 \times 150 - 2 \times (-50) = 550 \text{ (vòng/phút)}$$

n_2 quay cùng chiều bánh răng Z_1

(1,5đ)



Họ tên sinh viên:

Mã số sinh viên:

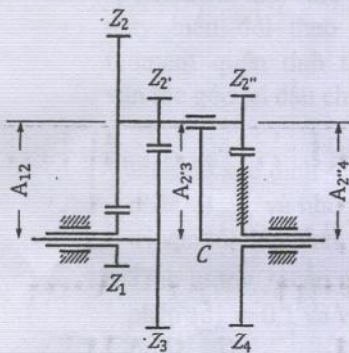
Lớp:

Điểm

Câu 1: (5đ)

Cho hệ thống bánh răng như hình vẽ với các số răng $Z_1 = Z_2'' = 20$, $Z_3 = 62$, $Z_4 = 60$. Bánh răng Z_1 quay với vận tốc $n_1 = 1560$ (vòng/phút).

- Các bánh răng đều tiêu chuẩn và cùng mô đun, tính số răng Z_2 và Z_2' .
- Tính vận tốc (giá trị và chiều) của cần C và bánh răng Z_3 .



- Tính số răng Z_2 và Z_2'

Ta có điều kiện đồng trục

$$A_{12} = A_{2''4}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}m(Z_1 + Z_2) = \frac{1}{2}m(Z_2'' + Z_4)$$

$$\Rightarrow Z_2 = Z_2'' + Z_4 - Z_1 = 20 + 60 - 20 = 60$$

và

$$A_{2'3} = A_{2''4}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}m(Z_2' + Z_3) = \frac{1}{2}m(Z_2'' + Z_4)$$

$$\Rightarrow Z_2' = Z_2'' + Z_4 - Z_3 = 20 + 60 - 62 = 18$$

- Tính vận tốc (giá trị và chiều) của cần C và bánh răng Z_3

Ta có

$$i_{14}^C = \frac{n_1 - n_C}{n_4 - n_C} = \frac{n_1 - n_C}{0 - n_C} = -\frac{n_1}{n_C} + 1 = \left(-\frac{Z_4}{Z_2''}\right) \times \left(-\frac{Z_2}{Z_1}\right) = \frac{Z_4}{Z_2''} \times \frac{Z_2}{Z_1} \Rightarrow \frac{n_1}{n_C} = 1 - \frac{Z_4}{Z_2''} \times \frac{Z_2}{Z_1}$$

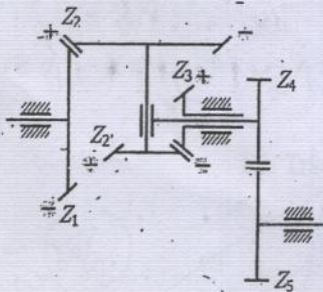
$$\Rightarrow n_C = \frac{n_1}{1 - \frac{Z_4}{Z_2''} \times \frac{Z_2}{Z_1}} = \frac{1560}{1 - \frac{60}{20} \times \frac{60}{20}} = -195 \text{ (vòng/phút)}, \text{ ngược chiều bánh răng } Z_1$$

$$i_{34}^C = \frac{n_3 - n_C}{n_4 - n_C} = \frac{n_3 - n_C}{0 - n_C} = -\frac{n_3}{n_C} + 1 = \left(-\frac{Z_4}{Z_2''}\right) \times \left(-\frac{Z_2'}{Z_3}\right) = \frac{Z_4}{Z_2''} \times \frac{Z_2'}{Z_3} \Rightarrow \frac{n_3}{n_C} = 1 - \frac{Z_4}{Z_2''} \times \frac{Z_2'}{Z_3}$$

$$\Rightarrow n_3 = \left(1 - \frac{Z_4}{Z_2''} \times \frac{Z_2'}{Z_3}\right) n_C = \left(1 - \frac{60}{20} \times \frac{18}{62}\right) (-195) = -25,16 \text{ (vòng/phút)}, \text{ ngược chiều } Z_1$$

Câu 2: (5đ)

Cho hệ thống bánh răng như hình vẽ. Bánh răng Z_1 và bánh răng Z_3 quay cùng chiều với vận tốc góc $n_1 = 300$ (vòng/phút) và $n_3 = 270$ (vòng/phút). Tính vận tốc góc (giá trị và chiều) của bánh răng Z_5 khi cho các số răng $Z_1 = 50$, $Z_2 = 55$, $Z_2' = 25$, $Z_3 = 20$, $Z_4 = 30$ và $Z_5 = 40$.



Tỉ số truyền của hệ bánh răng vì sai không gian

$$i_{13}^4 = \frac{n_1 - n_4}{n_3 - n_4} = +\frac{Z_3}{Z_2'} \times \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{20}{25} \times \frac{55}{50} = \frac{22}{25}$$

$$\Rightarrow n_4 = \frac{25n_1 - 22n_3}{3} = \frac{25 \times 300 - 22 \times 270}{3} = 520 \text{ (vòng/phút)}$$

Tỉ số truyền hệ thống bánh răng thường Z_4 và Z_5

$$i_{54} = \frac{n_5}{n_4} = -\frac{Z_4}{Z_5} = -\frac{30}{40}$$

$$\Rightarrow n_5 = -\frac{30}{40} n_4 = -\frac{30}{40} \times 520 = -390 \text{ (vòng/phút)}$$

Bánh răng Z_5 quay ngược chiều bánh răng Z_1 với vận tốc 390 vòng/phút



Sinh viên không được sử dụng tài liệu

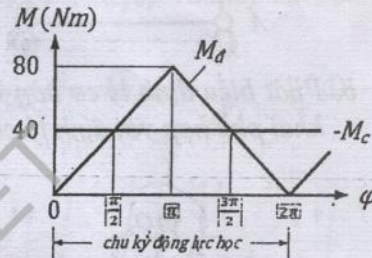
Câu 1: (2đ)

Chọn một trong hai câu sau:

- Phát biểu và nêu ứng dụng định lý đồng dạng thuận trong họa đồ vận tốc. Vẽ hình minh họa
- Phát biểu định lý cơ bản về ăn khớp của một cặp biên dạng răng. Chứng minh đường thân khai phù hợp với định lý cơ bản về ăn khớp (chú ý vẽ hình)

Câu 2: (4đ)

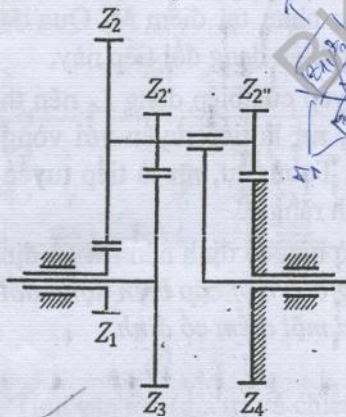
Moment thay thế các lực tại trục chính của máy biến đổi theo đồ thị cho trên hình vẽ, moment quán tính thay thế $I_0 = 0.1\pi (kgm^2)$, vận tốc góc tại đầu chu kỳ $\omega_0 = 20 (rad/s)$.



- luyện để xác định vị trí mà máy đạt vận tốc lớn nhất, ω_{max} và nhỏ nhất, ω_{min} ? và tính các giá trị vận tốc lớn nhất, nhỏ nhất đó?

- Tính lượng I_d cần phải lắp vào trục chính của máy để thỏa hệ số không đều cho phép $[j] = 0.1$ và vận tốc trung bình $\omega_{tb} = 20\pi (rad/s)$

Câu 3: (4đ)



Cho hệ thống bánh răng như hình vẽ với các số răng $Z_1 = Z_2' = 20$, $Z_2 = 62$, $Z_3 = 60$. Bánh răng Z_4 quay tròn với vận tốc $n_1 = 1560 (vòng/phút)$.

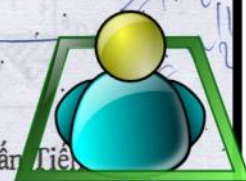
- Các bánh răng đều tiêu chuẩn và cùng mô đun, tính số răng Z_2 và Z_2'
- Tính vận tốc (giá trị và chiều) của cần z

Chủ nhiệm bộ môn

Giảng viên ra đề thi

TS. Trần Văn Tùng

PGS.TS. Nguyễn Tấn Tiến



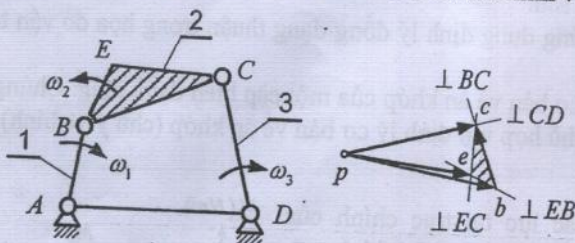
Câu 1: (2đ)

a. Phát biểu và nêu ứng dụng định lý đồng dạng thuận trong họa đồ vận tốc

Định lý đồng dạng: Hình nối các điểm cùng thuộc một khâu trên họa đồ cơ cấu đồng dạng thuận với hình nối các đầu mút vectơ vận tốc (tuyệt đối) của các điểm đó trên họa đồ vận tốc. (1,0đ)

Ứng dụng: Khi biết vận tốc của hai điểm trên cùng một khâu, ta có thể xác định vận tốc một điểm bất kỳ trên khâu đó nhờ áp dụng định lý đồng dạng này. (0,5đ)

Minh họa: Lấy bài toán cơ cấu 4 khâu bản lề như hình vẽ làm minh họa. (0,5đ)

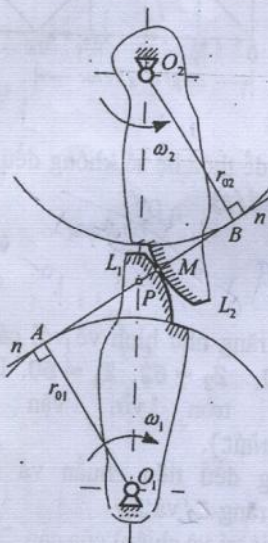


Từ họa đồ cơ cấu, vẽ họa đồ vận tốc, ta có các nhận xét:

- $\vec{bc} \perp \vec{BE}$, $\vec{ce} \perp \vec{CE}$, $\vec{bc} \perp \vec{BC}$
- thứ tự các chữ theo cùng một chiều (B, E, C và b, e, c)

Do đó hai tam giác BEC và bec là đồng dạng thuận.

b. Phát biểu định lý cơ bản về ăn khớp của một cặp biên dạng răng. Chứng minh đường thân khai phù hợp với định lý cơ bản về ăn khớp



Định lý cơ bản về ăn khớp:

(1,0đ)

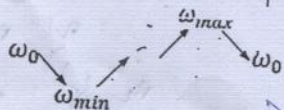
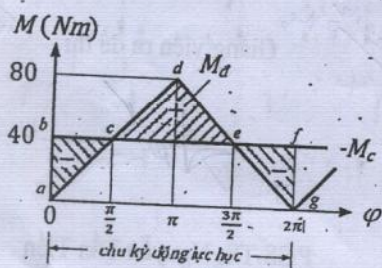
Để tỉ số truyền cố định, đường pháp tuyến chung của một cặp biên dạng đối tiếp phải luôn cắt đường nối tâm tại một điểm cố định

Chứng minh đường thân khai phù hợp với định lý cơ bản về ăn khớp của một cặp biên dạng răng:

(1,0đ)

- Giả thiết tại thời điểm đang xét, cặp biên dạng đối tiếp L_1 và L_2 đang tiếp xúc nhau tại điểm M . Qua M vẽ pháp tuyến chung $n-n$ của cặp biên dạng đối tiếp này.
- Vì $n-n$ là pháp tuyến của biên dạng L_1 nên theo tính chất của đường thân khai, $n-n$ là tiếp tuyến với vòng cơ sở (O_1, r_{01}) của bánh răng 1. Tương tự, $n-n$ là tiếp tuyến với vòng cơ sở (O_2, r_{02}) của bánh răng 2.
- Vì hai vòng cơ sở này cố định nên $n-n$ cố định. Do đó đường pháp tuyến chung của một cặp biên dạng đối tiếp sẽ luôn cắt đường nối tâm tại một điểm cố định.

Câu 2: (4đ)



a. Lý luận để xác định vị trí mà máy đạt vận tốc lớn nhất, ω_{max} và nhỏ nhất, ω_{min} (1,0đ)

Dựa vào đồ thị moment ta có thể suy ra được sự biến thiên vận tốc máy như hình vẽ. Từ đó suy ra vị trí vận tốc máy đạt giá trị cực tiểu tại $\varphi = \frac{\pi}{2}$ và cực đại tại $\varphi = \frac{3\pi}{2}$.

Tính giá trị vận tốc lớn nhất, nhỏ nhất (2,0đ)

Vận tốc máy được tính theo công thức

$$\omega(\varphi) = \sqrt{\frac{2}{J_0} (E(\varphi_0) + \Delta E \frac{P}{\varphi_0})}$$



với $E(0) = E_0 = \frac{1}{2} J(0) \omega^2(0) = \frac{1}{2} \times 0,1\pi \times 20^2 = 20\pi \text{ (Nm)}$

$$\Delta E\Big|_0^{\frac{\pi}{2}} = -\mathcal{L}_{\text{ađc}} = -\frac{1}{2} \times 40 \times \frac{\pi}{2} = -10\pi \text{ (Nm)}$$

$$\Delta E\Big|_0^{\frac{3\pi}{2}} = -\mathcal{L}_{\text{ađc}} + \mathcal{L}_{\text{cđs}} = -10\pi + \frac{1}{2} \times 40 \times \pi = +10\pi \text{ (Nm)}$$

Do đó vận tốc máy cực tiểu và cực đại là

$$\omega\left(\frac{\pi}{2}\right) = \sqrt{\frac{2}{J_0} \left(E_0 + \Delta E\Big|_0^{\frac{\pi}{2}}\right)} = \sqrt{\frac{2}{0,1\pi} (20\pi - 10\pi)} = 10\sqrt{2} \approx 14,14 \text{ (rad/s)}$$

$$\omega\left(\frac{3\pi}{2}\right) = \sqrt{\frac{2}{J_0} \left(E_0 + \Delta E\Big|_0^{\frac{3\pi}{2}}\right)} = \sqrt{\frac{2}{0,1\pi} (20\pi + 10\pi)} = 10\sqrt{6} \approx 24,49 \text{ (rad/s)}$$

Vậy, máy đạt vận tốc cực tiểu tại $\varphi = \frac{\pi}{2}$ với $\omega_{\min} = 14,14 \text{ (rad/s)}$ và máy đạt vận tốc cực đại tại $\varphi = \frac{3\pi}{2}$ với $\omega_{\max} = 24,49 \text{ (rad/s)}$.

b. Tính lượng \mathcal{E} cần phải lắp vào máy để thỏa hệ số không đều cho phép (1,0đ)

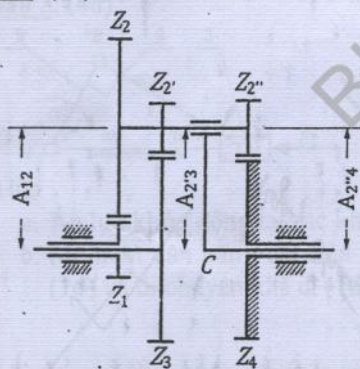
Từ đồ thị moment, ta có

$$|\Delta E_{\max}| = |\mathcal{L}_{\text{cđs}}| = \frac{1}{2} \times 40 \times \pi = 20\pi \text{ (Nm)}$$

Do đó, lượng moment quán tính cần thêm vào là

$$I_{\text{đ}} = \frac{|\Delta E_{\max}|}{\omega_{\text{tb}}^2[\varphi]} - J_0 = \frac{20\pi}{20^2 \times 0,1} - 0,1\pi = 0,4\pi \approx 1,256 \text{ (kg.m}^2\text{)}$$

Câu 2: (4đ)



a.

số răng $\overline{Z_2}$ và Z_2'

Ta có điều kiện đồng trục

$$\begin{aligned} A_{12} &= A_{2'4} \\ \Rightarrow \frac{1}{2} m(Z_1 + Z_2) &= \frac{1}{2} m(Z_2' + Z_4) \\ \Rightarrow Z_2 &= Z_2' + Z_4 - Z_1 = 20 + 60 - 20 = 60 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{và } A_{2'2} &= A_{2'4} \\ \Rightarrow \frac{1}{2} m(Z_2' + Z_2) &= \frac{1}{2} m(Z_2' + Z_4) \\ \Rightarrow Z_2' &= Z_2' + Z_4 - Z_2 = 20 + 60 - 62 = 18 \end{aligned}$$

Tính

(2,0đ)

b. Tính vận tốc (giá trị và chiều) của cần \mathcal{E}

Ta có

$$\begin{aligned} i_{14}^{\mathcal{E}} &= \frac{n_1 - n_{\mathcal{E}}}{n_4 - n_{\mathcal{E}}} = \frac{n_1 - n_{\mathcal{E}}}{0 - n_{\mathcal{E}}} = -\frac{n_1}{n_{\mathcal{E}}} + 1 = \left(-\frac{Z_4}{Z_2'}\right) \times \left(-\frac{Z_2}{Z_1}\right) = \frac{Z_4}{Z_2'} \times \frac{Z_2}{Z_1} \\ \Rightarrow \frac{n_1}{n_{\mathcal{E}}} &= 1 - \frac{Z_4}{Z_2'} \times \frac{Z_2}{Z_1} \Rightarrow n_{\mathcal{E}} = \frac{n_1}{1 - \frac{Z_4}{Z_2'} \times \frac{Z_2}{Z_1}} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow n_{\mathcal{E}} = \frac{1560}{1 - \frac{60}{20} \times \frac{60}{18}} = -195 \text{ (vòng/phút)}$$

Cần \mathcal{E} quay ngược chiều bánh răng $\overline{Z_1}$.

(1,0đ)

(1,0đ)



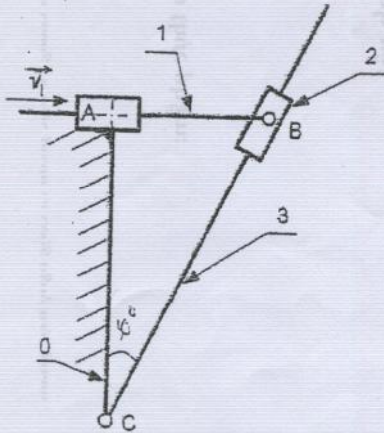
ĐỀ KIỂM TRA GIỮA HỌC KỲ MÔN NGUYÊN LÝ MÁY

Ngày thi: 08/4/2007
Thời gian: 70 phút

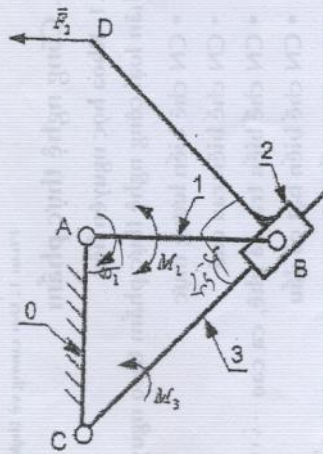
Sinh viên không được sử dụng tài liệu; Cán bộ coi thi không giải thích gì thêm

Bài 1: 4 điểm

Cho cơ cấu Tang như Hình vẽ 1, khâu 1 chuyển động tịnh tiến đều với vận tốc v_1 . Kích thước và vị trí các khâu như sau: $AC = a\sqrt{3}$, $CAB = 90^\circ$, $ACB = 30^\circ$. Xác định vận tốc góc ω_3 (2,5 điểm) và gia tốc góc ε_3 (1,5 điểm) của khâu 3.



Hình vẽ 1



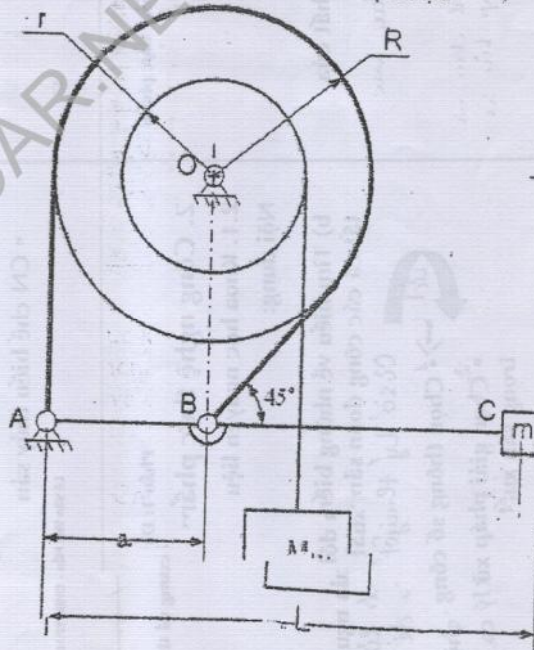
Hình vẽ 2

Bài 2: 3 điểm

Cho cơ cấu Cu lít như trên Hình vẽ 2. Kích thước và vị trí của cơ cấu là: $AB = AC = a$, $BD = a\sqrt{2}$ và góc $CAB = 90^\circ$, $CBD = 90^\circ$. Trên các khâu 2 và 3, có các ngoại lực bao gồm cả lực quán tính: \vec{F}_2 và M_3 , với $F_2 = F$, $M_3 = Fa$. Tìm moment phát động M_1 đặt trên khâu 1, cân bằng với các ngoại lực.

Bài 3: 3 điểm

Xét cơ cấu phanh trên Hình vẽ 3. Biết: hệ số ma sát giữa dây mềm và bánh đai là f và các kích thước: $a = R = 2r$, $L = 3R$. Các sợi dây không co giãn và có khối lượng không đáng kể. Hãy xác định khối lượng m theo khối lượng M để cơ cấu hãm có thể làm việc được.



Hình vẽ 3

Chủ nhiệm Bộ môn

Nguyễn Hữu Lộc

Nguyễn Hữu Lộc

Người ra đề thi

Phạm Huy Hoàng

Phạm Huy Hoàng



Sinh viên không được sử dụng tài liệu

Câu 1: (3đ)

Chọn một trong hai câu sau:

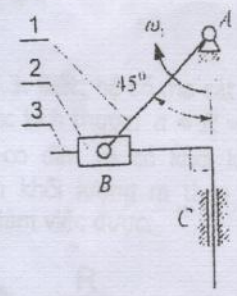
- Tính moment ma sát trên ổ chặn (đối với ổ còn mới).
- Phát biểu và nêu ứng dụng định lý đồng dạng thuận trong họa đồ vận tốc. Vẽ hình minh họa. - *Lấy 4 khâu làm ví dụ nhân xét: $\vec{v}_E \perp BE$*

Câu 2: (3đ)

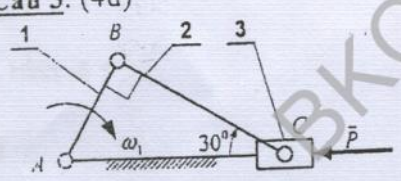
Cho cơ cấu máy cửa lồng tại vị trí như hình vẽ với các thông số sau:

- kích thước các khâu $l_{AB} = 0,1m$
- khâu 1 quay đều với vận tốc góc $\omega_1 = 10rad/s$

Vẽ họa đồ để tính vận tốc và gia tốc khâu 3 (giá trị và chiều).



Câu 3: (4đ)



Cho cơ cấu tay quay con trượt tại vị trí như hình vẽ với $l_{AB} = 0,1m$, trên con trượt chịu lực cản $P = 600N$ đi qua điểm C. Biết hệ số ma sát giữa con trượt và giá là $f = 0.132$.

Tính

- Áp lực khớp động tại các khớp B và C (2đ)
- Moment cân bằng đặt trên khâu dẫn bằng hai phương pháp: phân tích lực (1đ) và di chuyển khả dĩ (1đ)

Chủ nhiệm bộ môn

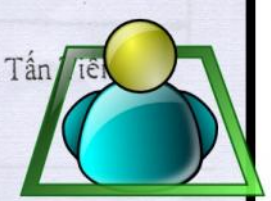
[Signature]

TS. Bùi Trọng Hiếu

Giảng viên ra đề thi

[Signature]

PGS.TS. Nguyễn Tấn Tiến



8K0ARNE7

Đại học Quốc gia Tp. HCM
Trường Đại học Bách Khoa
KHOA CƠ KHÍ
Bộ môn Cơ sở Thiết Kế Máy

ĐỀ KIỂM TRA GIỮA HỌC KỲ
MÔN NGUYÊN LÝ MÁY

Ngày thi: 26/04/2004

Thời gian: 60 phút

Sinh viên không được sử dụng tài liệu

Câu 1: (3đ)

Phát biểu và chứng minh định lý đồng dạng thuận của họa đồ vận tốc.

Câu 2: (1đ)

Phát biểu nguyên lý tạo thành cơ cấu.

Câu 3: (3đ)

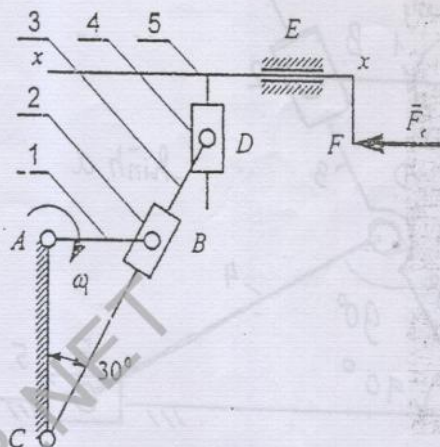
Cho cơ cấu máy bào ngang tại vị trí như hình vẽ với các thông số như sau:

$$AB \perp AC$$

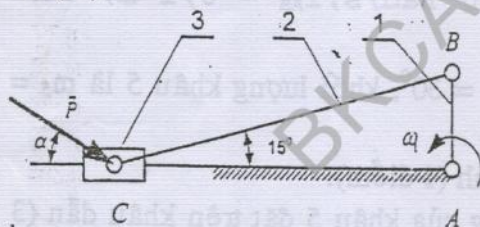
$$l_{AB} = \frac{1}{2} l_{BC} = \frac{1}{3} l_{CD} = 0,1m$$

$$\omega_1 = 20rad/s$$

Vẽ họa đồ (không dùng tỉ lệ xích), tính vận tốc điểm F , trên đầu bào.



Câu 4: (3đ)



Cho cơ cấu tay quay – con trượt như hình vẽ với $l_{AB} = 0,05m$, góc $ACB = 15^\circ$, góc $CAB = 90^\circ$, trên con trượt chịu lực cân $P = 200N$ đi qua điểm C , tạo với phương trượt một góc $\alpha = 30^\circ$

Tính

- áp lực khớp động tại A, B, C .
- moment cân bằng đặt trên khâu dẫn bằng hai phương pháp: phân tích lực và di chuyển khả dĩ.

Chủ nhiệm bộ môn

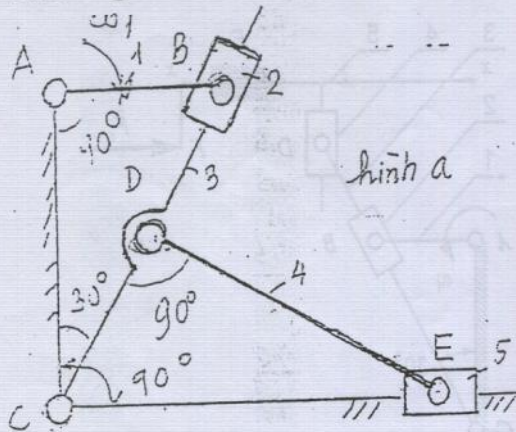
Giảng viên ra đề thi

TS. Nguyễn Hữu Lộc

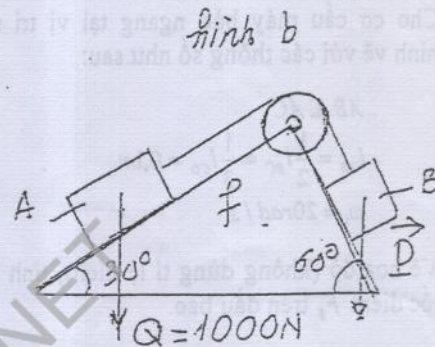
TS. Nguyễn Tấn Tiến



1. Hãy phân biệt moment cân thay thế M_c đặt lên khâu dẫn và moment cân bằng trên khâu dẫn M_{cb} (Về ý nghĩa, giá trị, chiều ...) (2 điểm).



hình a



hình b

2. Cho cơ cấu như hình vẽ (a) $\omega_1 = 20 \text{ rad/s}$; $l_{AB} = 0,1 \text{ m}$; D là trung điểm BC.

Góc $BAC = \text{góc } CDE = 90^\circ$, góc $ACB = 30^\circ$, khối lượng khâu 5 là $m_5 = 10 \text{ kg}$.

a/ Tính bậc tự do và tách nhóm tĩnh định (1 điểm).

b/ Tìm moment quán tính tương đương của khâu 5 đặt trên khâu dẫn (3 điểm).

3. Cho hệ thống như hình vẽ (b), hệ số ma sát giữa 2 vật và mặt nghiêng là $f = 0,2$, dây và ròng rọc không khối lượng, $Q = 1000 \text{ N}$. Tìm giá trị P để vật A:

a/ Đi lên đều (2 điểm).

b/ Đi xuống đều (2 điểm).

Chủ nhiệm bộ môn,

3.590.248

Giáo viên ra đề,

Phan Đình Hư

Thái
Salem

Le Khanh



Đại học Quốc gia Tp. HCM
Trường Đại học Bách Khoa
Khoa Cơ khí
Bộ môn Thiết kế máy

**ĐỀ KIỂM TRA CUỐI HỌC KỲ
MÔN NGUYÊN LÝ MÁY**

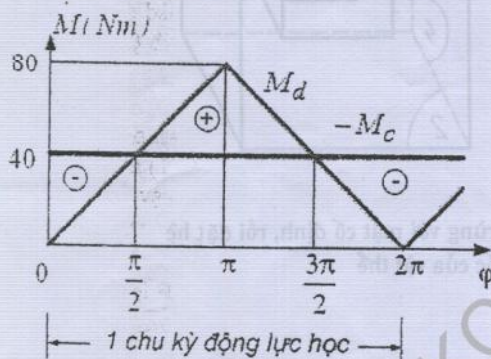
Ngày thi: 06/6/2007
Thời gian: 80 phút

Sinh viên không được sử dụng tài liệu; Cán bộ coi thi không giải thích gì thêm

Câu 1: 2 điểm

Chọn một trong hai câu sau để trả lời:

- Trình bày về góc áp lực trong cơ cấu cam phẳng cân đối đầy đủ nhọn (1 điểm). Chứng minh rằng góc áp lực càng nhỏ thì kích thước cơ cấu cam càng lớn (1 điểm).
- Trình bày hệ số trượt biên dạng (1 điểm) và vẽ đường cong trượt biên dạng và nhận xét về sự mòn trên một răng và sự mòn răng trên bánh lớn và bánh nhỏ (1 điểm).



Hình vẽ câu 2

Câu 2: 4 điểm

Trên Hình vẽ câu 2, moment thay thế cho các lực phát động và cho các lực cản quy về tại trục chính của máy được diễn tả bởi đường M_d (gấp khúc) và đường $-M_c$ (nằm ngang). Moment quán tính thay thế quy về trục chính là $J_0 = \text{const} = 0,1 \pi \text{ kgm}^2$. Vận tốc góc trục chính tại đầu chu kỳ là $\omega_0 = 20 \text{ rad/s}$.

- Lý luận để xác định vị trí φ_{\max} và φ_{\min} mà máy đạt vận tốc góc lớn nhất ω_{\max} và nhỏ nhất ω_{\min} ? (1 điểm) và tính các giá trị vận tốc góc lớn nhất, nhỏ nhất đó? (1,5 điểm)
- Tính moment quán tính bánh đà J_d cần phải lắp vào trục chính của máy để thỏa hệ số không

đều cho phép $[\delta] = 0,1$ và vận tốc trung bình $\omega_{tb} = 20 \text{ rad/s}$. (1,5 điểm)

Câu 3: 4 điểm

Cho hệ thống bánh răng như trên Hình vẽ câu 3.

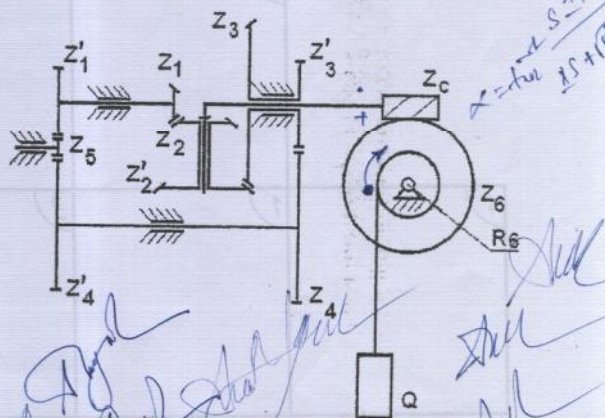
Số răng các bánh:

$$Z_1 = 10, Z'_1 = 30, Z_2 = 20, Z'_2 = 30, Z_3 = 60,$$

$$Z'_3 = 30, Z_4 = 40, Z'_4 = 50, Z_c = 1, Z_6 = 20.$$

Lưu ý rằng trục vis Z_c có hướng **ren nghịch**. Tải trọng Q được treo quanh ròng rọc bán kính $R_6 = 0,1 \text{ m}$ lắp cứng với bánh vis. Vật Q đi lên đều với tốc độ $v = \frac{\pi}{60} \text{ m/s}$.

- Tính vận tốc góc và chiều quay của trục c cần thiết để vật Q đi lên như trên (1 điểm).
- Thiết lập mối quan hệ giữa vận tốc góc và chiều quay của bánh răng Z_1 và bánh răng Z_3 (1 điểm).
- Tính vận tốc góc và chiều quay của bánh Z_1 (2 điểm).



Hình vẽ câu 3

Chủ nhiệm Bộ môn

Người ra đề thi

Nguyễn Hữu Lộc

Lê Khánh Điền

Nguyễn Tấn Tiến

Phạm Huy Hoàng

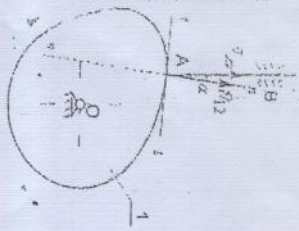


Trường Đại học Bách Khoa
Hà Nội
Bộ môn Thiết Kế Máy

Dã P. AN
MÔN NGUYÊN LÝ MÁY
Ngày thi: 06/06/2006
Thời gian: 90 phút

Chọn trả 1

Xét cơ cấu cam cần đẩy đẩy nhón, góc giữa trục trục V_2 (truyền từ trục 1) - cam trục V_2 (cần) và trục tiếp xúc điểm A trục V_2 là góc áp lực (1 điểm).



Chọn trả 2

Để đảm bảo nước độ mài mòn trên động người in từ động các độ trượt tương đối:

$$\mu_1 = \frac{d_1 - d_2}{d_1} = 1 - \frac{d_2}{d_1} = 1 - \frac{V_2 \cdot M}{V_1 \cdot M} = 1 - \eta_1$$

$$\mu_2 = \frac{d_2 - d_1}{d_2} = 1 - \frac{d_1}{d_2} = 1 - \frac{V_1 \cdot M}{V_2 \cdot M} = 1 - \eta_2$$

Một cách khác như:

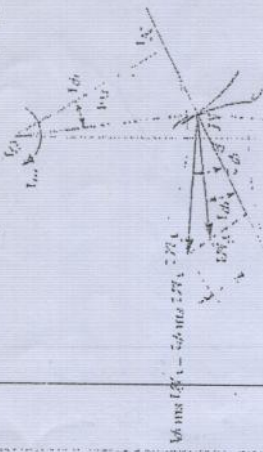
$$\mu_1 = \frac{V_1 \sin \phi_1 - V_2 \sin \phi_2}{V_1 \sin \phi_1} = 1 - \eta_1$$

$$\mu_2 = \frac{V_2 \sin \phi_2 - V_1 \sin \phi_1}{V_2 \sin \phi_2} = 1 - \eta_2$$

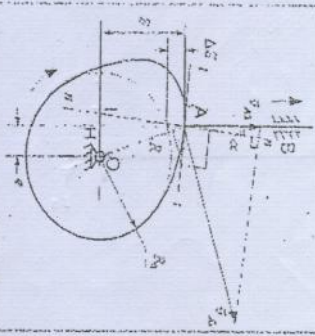


Xét cơ cấu cam cần đẩy đẩy nhón, gọi tâm quay là O, điểm tiếp xúc là A, hình chiếu của O lên phương tiếp xúc của cần là B, tiếp tuyến tiếp xúc tại A là ti, pháp tuyến tiếp xúc tại A là n, góc áp lực $\alpha = \angle BAO$. Về Oti cắt tại L, từ A vẽ vuông góc AL và P, do quan hệ vận tốc góc hai điểm A, và A, ta có

$$\frac{V_A}{OA} = \frac{V_L}{OL} = \frac{V_P}{OP} = \frac{V}{S} \quad (1 \text{ điểm})$$



Các công thức trên được thiết lập dựa trên tính chất của đường thẳng hình chiếu N, chính là tâm cam của hình dạng



$$\Delta S = S_0 + \Delta S = \sqrt{R_0^2 - e^2} - \Delta S$$

do đó $\alpha = \tan^{-1} \left[\frac{S \mp e}{\Delta S \pm \sqrt{R_0^2 - e^2}} \right]$ từ đó thấy với một quy luật chuyển vị nhất định khi góc áp lực càng lớn thì kích thước cam càng nhỏ gọn.

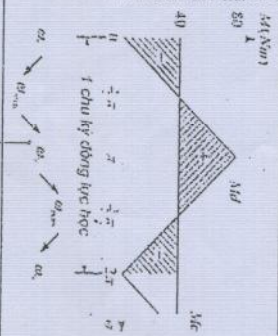
(1 điểm).



(1 điểm).

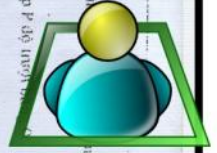
Câu 2 (4 điểm)
Cách trình bày 1 (thầy Tiên đề nghị)

Cách trình bày 2 (thầy Hoàng đề nghị)



Cho $S_1 = -10\pi$, $S_2 = -20\pi$, $S_3 = -10\pi$.
Thực hiện so sánh các diện tích: S_1, S_2, S_3 .
Đo độ vận tốc trung bình tại vị trí cực tiểu tại $\omega_{min} = \frac{1}{10}$ và cực đại tại $\omega_{max} = \frac{2}{10}$ (1 điểm).
Vận tốc trung bình tại vị trí cực tiểu theo
 $\omega(\varphi) = \sqrt{\omega^2(\omega_0) - \frac{2}{10} \int_0^{\varphi} \omega d\varphi}$

hoàn khai tại điểm tiếp xúc.
Nhận xét:
- Khi $M = -\infty$, $M = 1$, $M = 0$
- Khi $M = 0$, nên bị tâm an không P độ trượt
- Ở hình dạng nhỏ, tốc độ quay lớn nên độ trượt
- Khi lớn hơn do đó hình dạng nhỏ hơn nhiều hơn.
- Có thể dịch chỉnh để chọn lại khoảng an không trượt để
đạt diện tích mong muốn.



L_f luôn đề xác định vị trí mà máy đặt vận tốc
hơn nữa, ω_{max} và nhỏ nhất, ω_{min} (1đ)

Đưa vào độ thị moment ta có thể suy ra được
vị biên thiên vận tốc máy như hình vẽ. Từ đó
suy ra vị trí vận tốc máy đặc giá trị cực tiểu tại
 $\varphi = \frac{1}{2}\pi$ và cực đại tại $\varphi = \frac{3}{2}\pi$ (1 điểm).

Vận tốc máy tại vị trí φ được tính theo:

$$\omega(\varphi) = \sqrt{J_0 \left(E' \varphi_0 - \frac{\Delta E^2}{2} \right)}$$

Tại vị trí biên thiên $\varphi = 0$ ta có

$$\omega_0 = \sqrt{J_0 \varphi_0^2} = \frac{1}{2} 0,1\pi \times 20^2 = 20\pi (\text{N/m})$$

Để biên thiên, đồng năng từ vị trí biên thiên đến

$$\varphi = \frac{1}{2}\pi \text{ ta có } \frac{1}{2} \Delta E^2 = -\frac{1}{2} \times \frac{\pi}{2} \times 40 = -10\pi (\text{Nm})$$

$$\omega_{\text{min}} = \sqrt{J_0 \left(E_0 - \frac{\Delta E^2}{2} \right)}$$

$$\omega_{\text{max}} = \sqrt{J_0 \left(E_0 + \frac{\Delta E^2}{2} \right)}$$

$$\omega_{\text{max}} = \sqrt{0,1\pi (20\pi - 10\pi)} = \sqrt{200} \approx 14,14 \text{ rad/s}$$

$$\Delta E^2 = \left(-\frac{1}{2} \times \frac{\pi}{2} \times 40 \right)^2 = \left(-10\pi \right)^2 = 10\pi (\text{Nm})$$

$$\omega_{\text{max}} = \sqrt{J_0 \left(E_0 + \frac{\Delta E^2}{2} \right)}$$

$$\omega_{\text{max}} = \sqrt{0,1\pi (20\pi - 10\pi)} = 2,4 \text{ rad/s}$$

(0,75 điểm).

b) Tính lượng J_d cần phải lắp vào máy để thỏa hệ
số không đều cho phép $[\delta] = 0,1$ và vận tốc trung
bình $\omega_{\text{trb}} = 20 \text{ rad/s}$ (1đ)

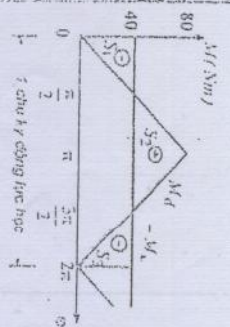
Từ độ thị moment, ta có

$$\Delta E_{\text{max}} = \frac{1}{2} \pi \times 40 = 20\pi (\text{Nm})$$

$$J_d = \frac{\Delta E_{\text{max}}}{\omega_{\text{trb}}^2} - J_0 = \frac{20\pi}{20^2} - 0,1\pi \approx 1,256 \text{ kgm}^2$$

(1,5 điểm).

* Cách trình bày của thầy Điện, xem báo viết lại



Tại vị trí $\varphi_{\text{min}} = \frac{\pi}{2}$

$$\omega_{\text{min}} = \sqrt{\omega_0^2 + \frac{J_0}{J_d} (M_d + M_c)}$$

$$\omega_{\text{min}} = \sqrt{14,14^2 + \frac{0,1\pi}{2} (40\pi - 10\pi)}$$

$$\omega_{\text{min}} = 14,14 \text{ rad/s}$$

$$\omega_{\text{max}} = \sqrt{\omega_0^2 + \frac{J_0}{J_d} (M_d + M_c)}$$

$$\omega_{\text{max}} = \sqrt{14,14^2 + \frac{0,1\pi}{2} (40\pi + 10\pi)}$$

$$\omega_{\text{max}} = 2,4 \text{ rad/s}$$

b) Tính lượng J_d cần phải lắp vào máy để thỏa hệ số
không đều cho phép $[\delta] = 0,1$ và vận tốc trung bình
 $\omega_{\text{trb}} = 20 \text{ rad/s}$ (1đ)

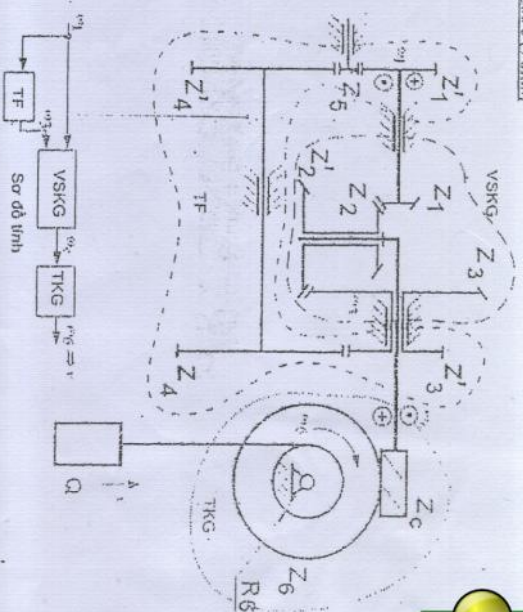
Từ độ thị moment, ta có

$$\Delta E_{\text{max}} = \frac{1}{2} \pi \times 40 = 20\pi (\text{Nm})$$

$$J_d = \frac{\Delta E_{\text{max}}}{\omega_{\text{trb}}^2} - J_0 = \frac{20\pi}{20^2} - 0,1\pi \approx 1,256 \text{ kgm}^2$$

(1,5 điểm).

Câu 3 (4 điểm)



Hệ thống máy phát kết nối như trên được phân vùng như hình vẽ trên thành 3 vùng:

Hệ thống phân vùng TF = (Z1, Z2, Z4, Z6, Z3)
Hệ thống phân vùng VSKG = (Z1, Z2, Z3, Z4, Z6)
Hệ thống phân vùng TKG = (Z3, Z4, Z6)

Theo đề bài, thì vận tốc v được xác định theo ω_1 (hay n_1) như sơ đồ tính và ngược lại có thể tính ω_1 (hay
 n_1) theo v theo sơ đồ trên.

Nếu hệ TKG, Q đi lên với vận tốc v nên vận tốc góc thành răng Z6 là: $\omega_6 = \frac{v}{R_6} = \frac{\pi \cdot 16}{6} = \frac{\pi}{6} \text{ rad/s}$

$$\omega_6 = \frac{v}{R_6} = \frac{\pi \cdot 16}{6} = \frac{\pi}{6} \text{ rad/s}$$

$$\omega_6 = \frac{v}{R_6} = \frac{\pi \cdot 16}{6} = \frac{\pi}{6} \text{ rad/s}$$

$$\omega_6 = \frac{v}{R_6} = \frac{\pi \cdot 16}{6} = \frac{\pi}{6} \text{ rad/s}$$

$$\omega_6 = \frac{v}{R_6} = \frac{\pi \cdot 16}{6} = \frac{\pi}{6} \text{ rad/s}$$

$$\omega_6 = \frac{v}{R_6} = \frac{\pi \cdot 16}{6} = \frac{\pi}{6} \text{ rad/s}$$

$$\omega_6 = \frac{v}{R_6} = \frac{\pi \cdot 16}{6} = \frac{\pi}{6} \text{ rad/s}$$

$$\omega_6 = \frac{v}{R_6} = \frac{\pi \cdot 16}{6} = \frac{\pi}{6} \text{ rad/s}$$

$$\omega_6 = \frac{v}{R_6} = \frac{\pi \cdot 16}{6} = \frac{\pi}{6} \text{ rad/s}$$

$$\omega_6 = \frac{v}{R_6} = \frac{\pi \cdot 16}{6} = \frac{\pi}{6} \text{ rad/s}$$



Hay: $\frac{n_3}{n_1} = (-1)^3 \frac{z_4 z_5 z_1}{z_3 z_4 z_5} = -\frac{z_4 z_1}{z_3 z_4} = -\frac{40.30}{30.50} = -\frac{4}{5} \Rightarrow n_3 = -\frac{4}{5} n_1$

* Xét hệ VSKG: $\frac{\omega_1 - \omega_c}{\omega_3 - \omega_c} = -\frac{z_2 z_3}{z_1 z_2} = -\frac{20.60}{10.30} = -4 \Rightarrow \omega_1 - \omega_c = -4\omega_3$

Hay: $\frac{n_1 - n_c}{n_3 - n_c} = -\frac{z_2 z_3}{z_1 z_2} = -\frac{20.60}{10.30} = -4 \Rightarrow n_1 - n_c = -4n_3 - 4n_c$

* Thay (2) vào (3): $\omega_1 - \omega_c = -4\left(-\frac{4}{5}\omega_1\right) + 4\omega_c \Rightarrow \omega_1 = -\frac{25}{11}\omega_c$ (4)

Hay: $n_1 - n_c = -4\left(-\frac{4}{5}n_1\right) - 4n_c \Rightarrow n_1 = -\frac{25}{11}n_c$

Từ (1) và (4) suy ra: $\omega_1 = \begin{cases} \text{hư nh ve} \\ \frac{25}{11}\omega_c = \frac{25.10\pi}{11.3} \text{ rad.s} = \frac{250\pi}{33} \text{ rad.s} \approx 23.8 \text{ rad.s} \end{cases}$

Hay: $n_1 = \begin{cases} \text{hư nh ve} \\ \frac{25}{11}n_c = \frac{25}{11}.100 = 227,27 \end{cases}$ vòng / phút $\approx 227,27$ vòng / phút



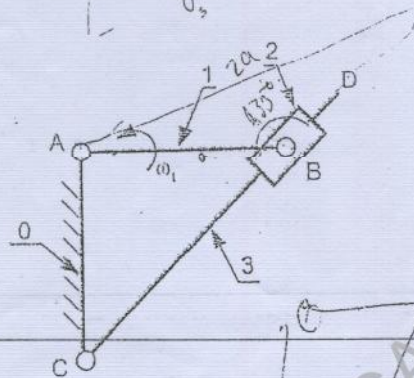
Sinh viên không được sử dụng tài liệu

Bài 1: 4 điểm

Xét cơ cấu Culit ở vị trí như hình vẽ 1. Biết $AB = AC = a, AD = 2a, \angle CAB = 90^\circ$. Khẩu dẫn 1 quay đều với vận tốc góc là ω_1 .

- Tìm vận tốc góc khâu 3 (2 điểm).
- Tìm vận tốc điểm D_3 (1 điểm).
- Tìm gia tốc góc khâu 3 (1 điểm).

$$v_3 = \omega_1 a = v_2$$



Hình vẽ 1

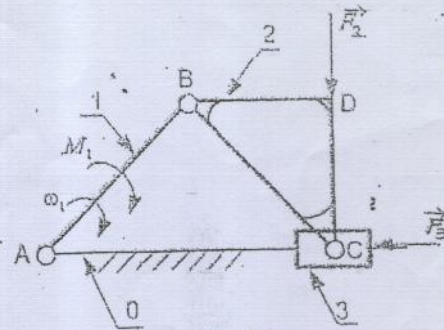
Bài 2: 3 điểm

Xét cơ cấu Tay quay con trượt ở vị trí như hình vẽ

$$AB = BC = a, BD = CD = \frac{a}{\sqrt{2}}, \angle BDC = 90^\circ,$$

$CAB = 45^\circ$. Các ngoại lực kể cả lực quán tính bao gồm: moment phát động M_1 đặt trên khâu dẫn 1, hai lực đặt lên khâu 2 và 3 như trên hình vẽ với $F_2 = F_3 = F$.

- Tìm moment phát động M_1 cân bằng với các ngoại lực.



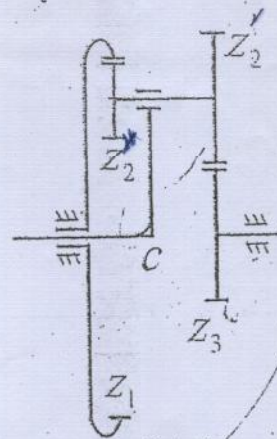
Hình vẽ 2

Bài 3: 3 điểm

Xét hệ bánh răng vì sai lệch ở hình vẽ 3. Biết số răng các bánh răng là: $z_2 = 20, z'_2 = 50, z_3 = 40$. Các bánh răng có cùng mô đun và tiêu chuẩn.

- a. Tìm số răng z_1 (1,5 điểm).
- b. Có định bánh răng z_1 . Tìm tỉ số truyền

$$j = \frac{n_3}{n_6} \text{ (1,5 điểm)}$$



Hình vẽ 3

Ad ethylene.

$$A_{23} = A_{12}$$

$$(\Rightarrow) \frac{1}{2} \ln(z_2' + z_3')$$

$$= \frac{1}{2} m \begin{pmatrix} 2 & 2 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$$

$$= 1 \frac{1}{2} + 2 = 2 \frac{1}{2}$$

$$= 10 \frac{2}{2} + \frac{2}{2} + \frac{2}{3}$$

$$i_{\text{avg}} = 0$$

Chủ nhiệm Bộ môn

Nguyễn Hữu Lộc

Người ra đề thi

Phạm Huy Hoàng

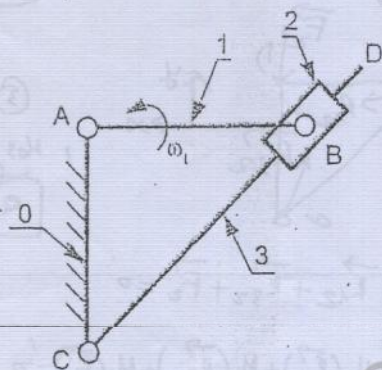


Sinh viên không được sử dụng tài liệu

Bài 1: 4 điểm

Xét cơ cấu Culic ở vị trí như hình vẽ 1. Biết $AB = AC = a$, $AD = 2a$, $\angle A = 90^\circ$. Khâu dẫn 1 quay đều với vận tốc góc là ω_1 .

- Tìm vận tốc góc khâu 3 (2 điểm).
- Tìm vận tốc điểm D_3 (1 điểm).
- Tìm gia tốc góc khâu 3 (1 điểm).



Hình vẽ 1

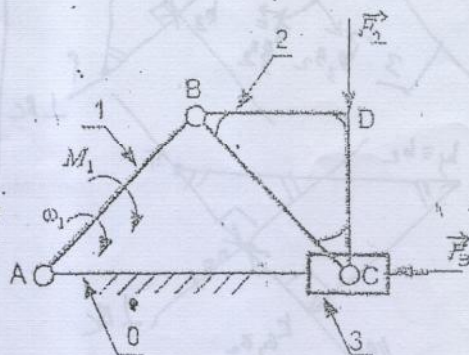
Bài 2: 3 điểm

Xét cơ cấu Tay quay con trượt ở vị trí như hình vẽ 2.

Biết $AB = BC = a$, $BD = CD = \frac{a}{\sqrt{2}}$, $\angle BDC = 90^\circ$,

$\angle CAB = 45^\circ$. Các ngoại lực kể cả lực quán tính bao gồm: moment phát động M_1 đặt trên khâu dẫn 1, hai lực đặt lên khâu 2 và 3 như trên hình vẽ với $F_2 = F_3 = F$.

Tìm moment phát động M_1 cân bằng với các ngoại lực.



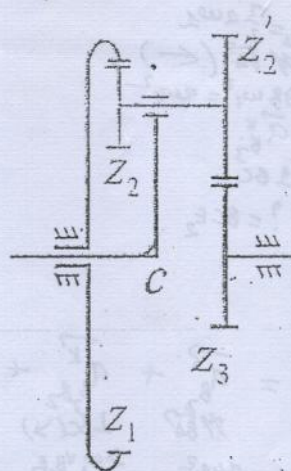
Hình vẽ 2

Bài 3: 3 điểm

Xét hệ bánh răng vi sai kép ở hình vẽ 3. Biết số răng các bánh răng là: $z_2 = 20$, $z'_2 = 50$, $z_3 = 40$. Các bánh răng có cùng mô đun và tiêu chuẩn.

- Tìm số răng z_1 (1,5 điểm).
- Cố định bánh răng z_1 . Tìm tỉ số truyền

$$i = \frac{n_3}{n_1} \text{ (1,5 điểm).}$$



Hình vẽ 3

Chủ nhiệm Bộ môn

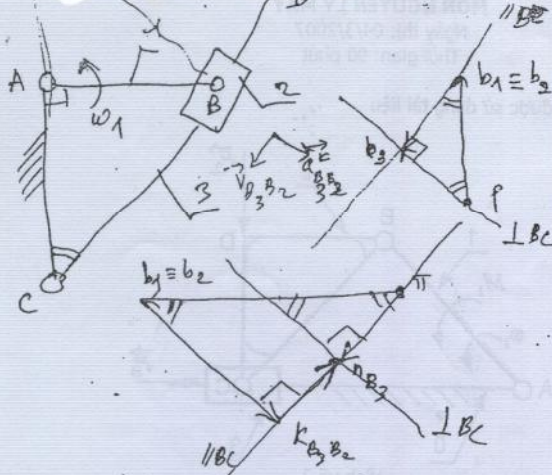
Người ra đề thi

Nguyễn Hữu Lộc

Phạm Huy Hoàng



BKCAR.NET



$$\vec{V}_{B_2} = \vec{V}_{B_1} = \begin{cases} \perp AB(\uparrow) \\ AB\omega_1 = a\omega_1 \end{cases}$$

$$\vec{V}_{B_3} = \begin{cases} \perp BC \\ BC\omega_3 = ? \end{cases}$$

$$\vec{V}_{B_3} = \frac{\sqrt{2}}{2} \vec{V}_{B_2} = \frac{\sqrt{2}}{2} a\omega_1 \Rightarrow \omega_3 = \frac{\sqrt{2}}{2} \frac{a\omega_1}{BC} = \frac{\omega_1}{\sqrt{2}}$$

$$\vec{V}_{B_2B_3} = \begin{cases} \perp BC \\ \frac{\sqrt{2}}{2} \vec{V}_{B_2} = \frac{\sqrt{2}}{2} a\omega_1 \end{cases}$$

$$\vec{a}_{B_2} = \vec{a}_{B_1} = \begin{cases} \perp AB(\leftarrow) \\ AB\omega_1^2 = a\omega_1^2 \end{cases}$$

$$\vec{a}_{B_3} = \begin{cases} \perp BC \\ ? = BC\epsilon_2 \end{cases}$$

$$\vec{a}_{B_2} + \vec{a}_{B_3} = \vec{a}_{B_3} = \vec{a}_{B_2} + \vec{a}_{B_2B_3} + \vec{a}_{B_3B_2}$$

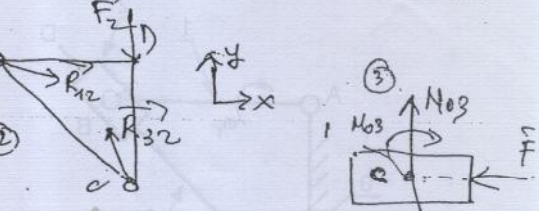
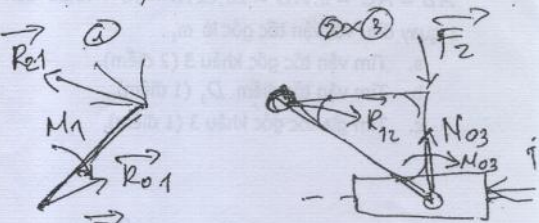
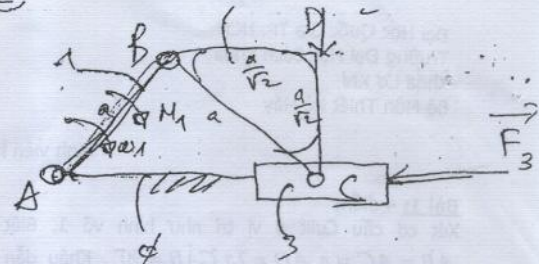
$$\frac{\sqrt{2}}{4} a\omega_1^2 = a\omega_1^2 + \frac{\sqrt{2}}{2} a\omega_1^2 + \frac{\sqrt{2}}{2} a\omega_1^2$$

$$\vec{a}_{B_3} = 0 \Rightarrow \epsilon_2 = \epsilon_3 = 0$$

$$\vec{V}_{D_3} = \begin{cases} \perp CD(\uparrow) \\ CD\omega_3 = 2a \cdot \frac{\omega_1}{2} = a\omega_1 \end{cases}$$

$$\sqrt{\frac{m}{2}} (z_1 - z_2) = \frac{m}{2} (z_1' + z_2') \Rightarrow z_1 = z_2 + z_1' + z_2' = 110$$

$$\frac{n_1 - n_2}{n_3 - n_4} = \frac{z_2 z_3}{z_1 z_2} \Rightarrow \frac{0 - n_2}{n_3 - n_4} = \frac{20 \cdot 40}{110 \cdot 50} = -\frac{8}{55}$$



$$\sum \vec{M}_2 + \vec{R}_{32} + \vec{F}_2 = 0$$

$$M_2(\vec{r}_{12}) + M_2(\vec{r}_{32}) + M_2(\vec{F}_2) = 0$$

$$\begin{cases} R_{12}^x - R_{32}^x = 0 \quad (1) \\ R_{12}^y + R_{32}^y - F_2 = 0 \quad (2) \end{cases}$$

$$\frac{a}{\sqrt{2}} F_2 - \frac{a}{\sqrt{2}} R_{32}^x + \frac{a}{\sqrt{2}} R_{32}^y = 0 \quad (3)$$

$$\vec{N}_{03} + \vec{R}_{23} + \vec{F}_3 = 0$$

$$\sum M_C(\vec{N}_{03}) + M_C(\vec{R}_{23}) + M_C(\vec{F}_3) + \vec{M}_{03} = 0$$

$$\begin{cases} R_{23}^x - F_3 = 0 \quad (4) \\ R_{23}^y + N_{03} = 0 \quad (5) \\ M_{03} = 0 \quad (6) \end{cases}$$

$$R_{23}^x = R_{32}^x \quad R_{23}^y = R_{32}^y$$

$$R_{21}^x = R_{12}^x = R_{32}^x = R_{23}^x = F$$

$$N_{03} = R_{23}^y = R_{32}^y = 2F$$

$$R_{21}^y = R_{12}^y = F$$

$$\begin{cases} R_{12}^x = R_{01}^x = R_{21}^x = F \\ R_{12}^y = R_{01}^y = R_{21}^y = F \\ M_1 = \frac{a}{\sqrt{2}} R_{21}^x + \frac{a}{\sqrt{2}} R_{21}^y = \sqrt{2} a F \end{cases}$$

$$\vec{V}_3 = \begin{cases} \perp AC \\ \sqrt{2} a \omega_1 \end{cases}$$

$$\vec{M}_1 \cdot \vec{\omega}_1 + \vec{F}_2 \cdot \vec{V}_2 + \vec{F}_3 \cdot \vec{V}_3 = 0$$

$$\vec{V}_3 = \begin{cases} \perp AC \\ \sqrt{2} a \omega_1 \end{cases}$$

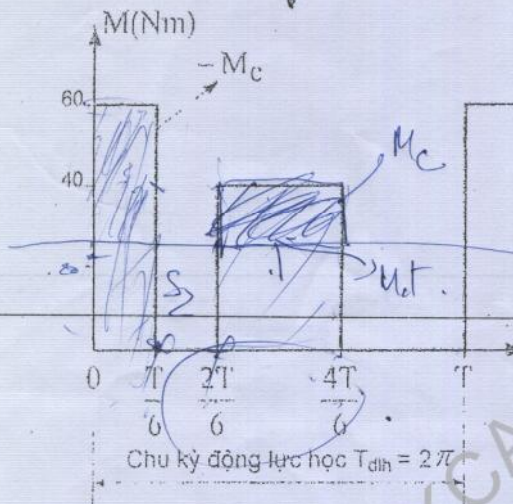
$$\vec{V}_3 = \begin{cases} \perp AC \\ \sqrt{2} a \omega_1 \end{cases}$$

$$\vec{V}_3 = \begin{cases} \perp AC \\ \sqrt{2} a \omega_1 \end{cases}$$

Sinh viên được sử dụng tài liệu; Cán bộ coi thi không giải thích gì thêm

Câu 1: 2 điểm

Chọn chế độ cắt bánh răng cùng hệ số dịch dao để cắt bánh răng bằng dao phay lăn răng mà dạng sinh đồ góc nghiêng răng $\alpha_1 = 20^\circ$ để có số răng $z = 15$ mà không bị cắt chân răng.



Hình vẽ câu 2

Câu 2: 4 điểm

Moment cân thay thế M_c quy về khâu dẫn 1 của một máy được diễn tả trên hình vẽ câu 2 bằng đường $(-M_c)$. Moment động thay thế M_d được giả thiết là hằng số. Moment quán tính thay thế quy về khâu dẫn 1 có giá trị không đổi là $J_0 = 0,25 \text{ kgm}^2$.

a. Tìm giá trị của M_d để máy chuyển động bình ổn (1 đ)

b. Biết vận tốc góc khâu 1 ở vị trí $\varphi_1 = T/6$ là $\omega_1(\varphi_1) = 95 \text{ rad/s}$. Tìm vận tốc góc khâu 1 ở vị trí $\varphi_2 = 2T/6$ (1,5 đ).

Chủ nhiệm Bộ môn

TS. Bùi Trọng Hiếu

c. Tìm moment quán tính bánh đà cần gắn trên khâu 2 để máy chuyển động đều với hệ số không đều cho phép là $[\delta] = 0,01$. Biết khâu 2 quay và tỉ số vận tốc của hai trục 2 và 1 là: $\omega_2/\omega_1 = 0,4$ và vận tốc quay trung bình của khâu 1 là $\omega_{tb} = 100 \text{ rad/s}$. (1,5 đ)

Câu 3: 4 điểm

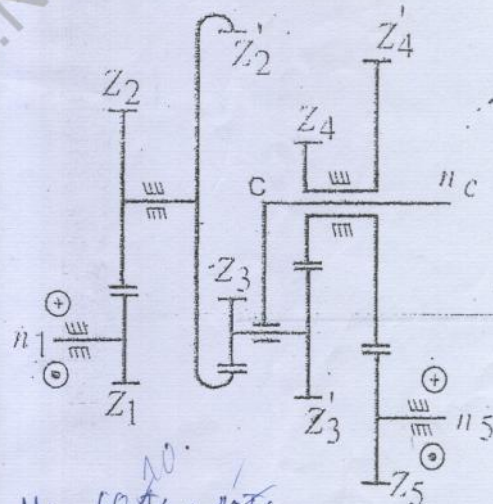
Cho hệ thống bánh răng như trên hình vẽ câu 3. Số răng các bánh:

$Z_1 = 30, Z_2 = 80, Z'_2 = 110, Z_3 = 20,$

$Z'_3 = 50, Z_4 = 40, Z'_4 = 90, Z_5 = 40.$

Hai trục 1 và 5 quay cùng tốc độ và cùng chiều như trên hình vẽ: $n_1 = n_5 = 100 \text{ vòng/phút}$.

Tìm tốc độ quay của trục cân c (độ lớn n_c và chiều quay).

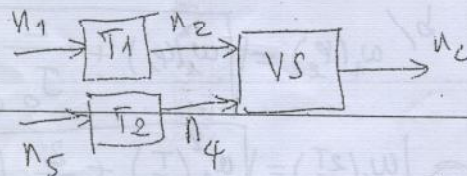
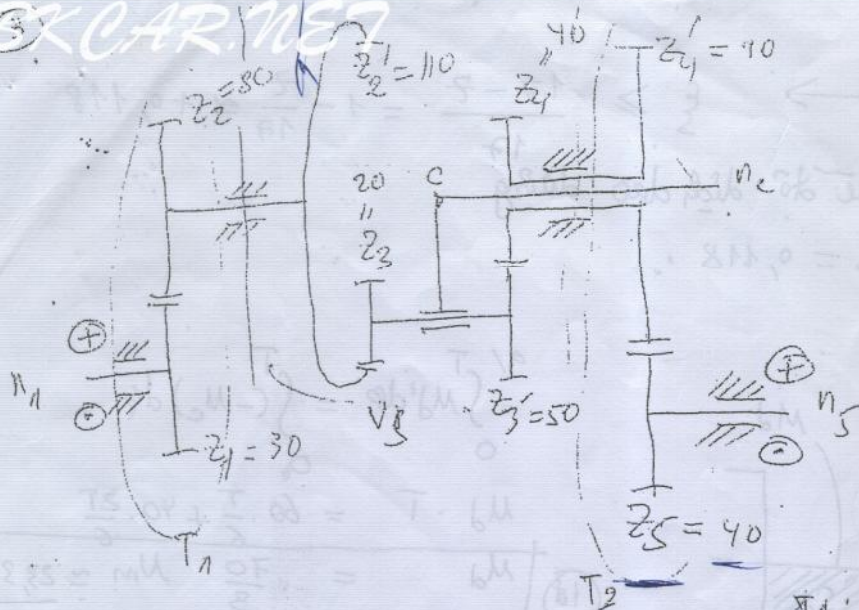


$$M_d = \frac{60 \cdot \frac{1}{6} + 40 \cdot \frac{1}{6}}{T} = 10 \cdot \frac{100}{3}$$

$$\omega(\varphi_2 = \frac{T}{3}) = \sqrt{\omega_1^2 + \frac{2}{J_0} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} (-M_d + M_c) d\varphi}$$

$$= \sqrt{95^2 + \frac{2}{0,25} \cdot \frac{100}{3} \cdot \frac{100}{3}}$$

TS. Phạm Huy Hoàng



$$\begin{aligned} T1: & \{z_1, z_2\} \\ T2: & \{z_5, z_4\} \\ VS: & \{z_3, z_3', z_4', z_4\} \end{aligned}$$

$$T1: \frac{n_1}{n_2} = -\frac{z_2}{z_1} \Rightarrow n_2 = -\frac{z_1}{z_2} n_1 = -\frac{30}{80} \cdot 100 \text{ V/f} \\ \Rightarrow n_2 = -37,5 \text{ V/f} \quad \left(-\frac{75}{2} \text{ V/f}\right) \quad (1)$$

$$T2: \frac{n_5}{n_4} = -\frac{z_4}{z_5} \Rightarrow n_4 = -\frac{z_5}{z_4} n_5 = -\frac{40}{10} \cdot 100 \text{ V/f} \\ \Rightarrow n_4 = -400 \text{ V/f} \approx -44,44 \text{ V/f} \quad (2)$$

$$VS: \frac{n_2 - n_C}{n_4 - n_C} = (-1)^1 \frac{z_3 z_4}{z_2' z_3'} \quad (3)$$

$$\frac{n_2 - n_C}{n_4 - n_C} = -\frac{20 \cdot 40}{110 \cdot 50} = -\frac{8}{55}$$

$$55 n_2 - 55 n_C = -8 n_4 + 8 n_C$$

$$55 n_C + 8 n_C = 55 n_2 + 8 n_4$$

$$63 n_C = 55 n_2 + 8 n_4$$

$$n_C = \frac{55 n_2 + 8 n_4}{63}$$

$$55 \cdot \left(-\frac{75}{2}\right) + 8 \cdot (-400) = -2062,5$$

18
38,38 V/f
@ yacit



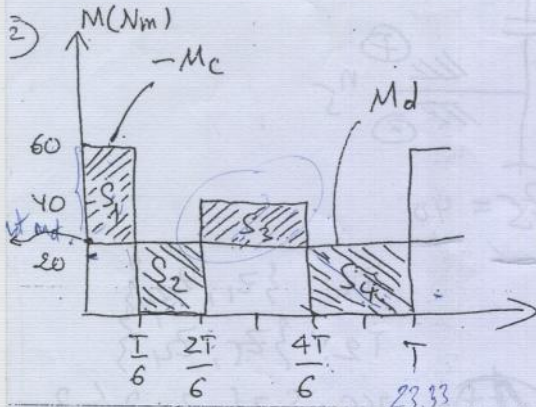
BKCAR.NET

$$z = 15$$

$$\alpha_t = 20^\circ$$

$$\xi \geq \frac{17 - z}{17} = 1 - \frac{z}{17} \approx +0,118$$

\Rightarrow chế độ dịch dao động
 $\xi = 0,118$



$$S_1 = (60 - \frac{70}{3}) \frac{T}{6} = -110 \cdot \frac{T}{18}$$

$$S_2 = +\frac{70}{3} \cdot \frac{T}{6} = +70 \frac{T}{18}$$

$$S_3 = (40 - \frac{70}{3}) \frac{T}{6} = -100 \cdot \frac{T}{18}$$

$$S_4 = +\frac{70}{3} \cdot \frac{2T}{6} = +\frac{140T}{18}$$

$$a/ \int_0^T M_d d\varphi = \int_0^T (-M_c) d\varphi$$

$$M_d \cdot T = 60 \cdot \frac{T}{6} + 40 \cdot \frac{2T}{6}$$

$$M_d = \frac{70}{3} \text{ Nm} \approx 23,33$$

$$b/ \omega_1(\varphi_2) = \sqrt{\omega_1^2(\varphi_1) + \frac{2}{J_0} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} (M_c + M_d) d\varphi}$$

$$1d) \omega_1(\frac{2T}{6}) = \sqrt{\omega_1^2(\frac{T}{6}) + \frac{2}{J_0} \int_{\frac{T}{6}}^{\frac{2T}{6}} (M_c + M_d) d\varphi}$$

$$= \sqrt{\omega_1^2(\frac{T}{6}) + \frac{2}{J_0} \cdot S_2}$$

$$= \sqrt{95^2 + \frac{2}{0,25} \cdot \frac{70 \cdot 2\pi}{18}}$$

$$\text{Tại } \varphi_2 = \frac{2T}{6} \quad \text{thì } \omega_1(\frac{2T}{6}) \approx 96,02 \text{ rad/s}$$

$$c/ \frac{\omega_2^2}{\omega_1^2} \cdot J_d = \Delta J_d = \frac{\max \left| \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} (M_c + M_d) d\varphi \right|}{\omega_{1tb}^2 \cdot [s]} - J_0$$

$$\text{mà } \max \left| \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} (M_c + M_d) d\varphi \right| = S_1 + S_2 + S_3$$

$$= 140 \frac{T}{18}$$

$$= 140 \cdot \frac{2\pi}{18}$$

$$0,5d) \Delta J_d = \frac{140 \cdot \frac{2\pi}{18}}{100^2 \cdot 0,01} - 0,25 = 0,24 \text{ kgm}^2$$

$$J_d = \frac{\omega_1^2}{\omega_2^2} \cdot \Delta J_d = \frac{1}{0,42} \cdot 0,24$$

$$\begin{cases} |S_1| = 110 \cdot \frac{T}{18} \\ |S_1 + S_2| = 40 \cdot \frac{T}{18} \\ |S_1 + S_2 + S_3| = 140 \cdot \frac{T}{18} \\ |S_2 + S_3| = 30 \cdot \frac{T}{18} \\ |S_3| = 100 \cdot \frac{T}{18} \end{cases}$$



1đ
• B/ta tìm vận tốc:

$$\vec{V}_{B_2} = \vec{V}_{B_1} = \begin{cases} \perp AB (\downarrow) \\ AB\omega_1 = a\omega_1 \end{cases}$$

$$\vec{V}_{B_3} = \begin{cases} \perp BC \\ ? = BC\omega_3 \end{cases}$$

$$\vec{V}_{B_3} = \vec{V}_{B_2} + \vec{V}_{B_2 B_3}$$

$\perp BC$ \downarrow $\parallel BC$
 $?$ $a\omega_1$ $?$

$$\Rightarrow \vec{V}_{B_3} = \begin{cases} \perp BC (\rightarrow) \\ V_{B_2} \cos 45^\circ = \frac{a\omega_1}{\sqrt{2}} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{\omega_3}{\omega_2} = \frac{V_{B_3}}{BC} = \frac{\frac{a\omega_1}{\sqrt{2}}}{\sqrt{2}a} = \frac{\omega_1}{2}$$

$$\vec{V}_{D_2} = \vec{V}_{B_2} + \vec{V}_{D_2 B_2}$$

$\perp BD (\nearrow)$
 $BD\omega_2 = \sqrt{2}a \cdot \frac{\omega_1}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2}a\omega_1$

Trên hệ trục tọa độ gắn với $\frac{1}{2}a$
hầu như cho $\vec{V}_{D_2 B_2}$ tại d_2 :

$$\vec{V}_{D_2} = \vec{V}_{B_3} = \begin{cases} \perp BC (\rightarrow) \\ a\omega_1 \\ \frac{a\omega_1}{\sqrt{2}} \end{cases}$$

1đ
• B/ta tìm ω_1 :

$$\vec{M}_1 \omega_1 + \vec{M}_3 \omega_3 + \vec{F}_2 \cdot \vec{V}_{D_2} = 0$$

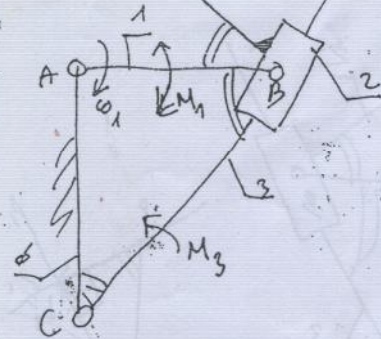
$$\vec{M}_1 \omega_1 + (-M_3 \omega_3) + F_2 V_{D_2} \cos(135^\circ) = 0$$

$$\vec{M}_1 \omega_1 - F_2 a \cdot \frac{\omega_1}{2} + F_2 \frac{a\omega_1}{\sqrt{2}} \cdot \left(-\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = 0$$

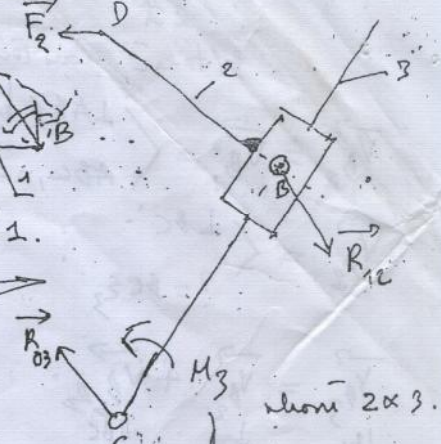
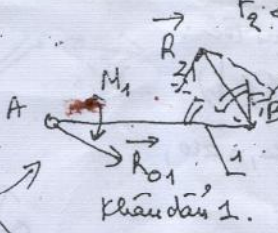
$$\Rightarrow \vec{M}_1 \omega_1 = F_2 a > 0$$

$$\Rightarrow \vec{M}_1 = \begin{cases} \text{áp dụng } \omega_1: \curvearrowright \\ F_2 a \end{cases}$$





38117



khâu 2:

$$\begin{cases} R_{12} + F_2 + N_{32} = 0 \\ \sum M_B = M_{32} - (F_2 \cos 45^\circ) \cdot BD = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} -R_{12}^x - F_2 \cos 45^\circ = 0 \quad (1) \\ -R_{12}^y + F_2 \sin 45^\circ + N_{32} = 0 \quad (2) \\ M_{32} - F_2 \cos 45^\circ \cdot a\sqrt{2} = 0 \quad (3) \end{cases}$$

khâu 3:

$$\begin{cases} N_{23} + R_{03} = 0 \\ \sum M_C = -M_3 - M_{23} + N_{23} \cdot BC = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} R_{03}^x = 0 \quad (4) \\ R_{03}^y - N_{23} = 0 \quad (5) \\ -M_3 - M_{23} + N_{23} \cdot a\sqrt{2} = 0 \quad (6) \end{cases}$$

chú ý: $N_{23} = N_{32}$, $M_{23} = M_{32}$. Giải hệ (1) (2) (3) (4) (5) (6) ta:

$$\begin{cases} R_{03}^x = 0 \\ R_{03}^y = N_{23} = M_{32} = \sqrt{2} F \\ R_{12}^x = -F \frac{\sqrt{2}}{2} < 0 \quad (\text{chiều của } R_{12}^x \text{ ngược với chiều chọn}). \\ R_{12}^y = \frac{3F}{\sqrt{2}} \\ M_{32} = M_{23} = Fa \end{cases}$$

khâu dẫn 1:

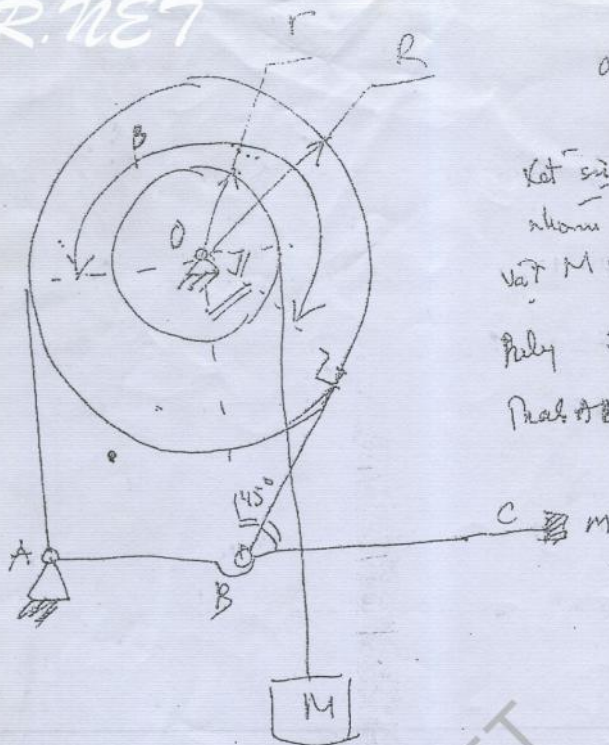
$$\begin{cases} R_{01} + R_{21} = 0 \\ \sum M_A = M_1 + M_A(R_{21}) = 0 \end{cases}$$

chú ý: $R_{21}^x = R_{12}^x = -F \frac{\sqrt{2}}{2}$, mà $R_{21}^y = R_{12}^y = \frac{3F}{\sqrt{2}}$, theo (9) ta có

$$M_1 = R_{21}^x \cdot AB \cos 45^\circ + R_{21}^y \cdot AB \sin 45^\circ = \left(-F \frac{\sqrt{2}}{2}\right) \cdot a \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{3F}{\sqrt{2}} \cdot a \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = Fa$$

$$\begin{cases} -R_{01}^x + R_{21}^x = 0 \quad (7) \\ -R_{01}^y + R_{21}^y = 0 \quad (8) \\ M_1 - R_{21}^x \cdot AB \cos 45^\circ - R_{21}^y \cdot AB \sin 45^\circ = 0 \quad (9) \end{cases}$$





Kết quả cân bằng lực của các nhám:

Vật M: $\Sigma M = P_M \cdot (1)$

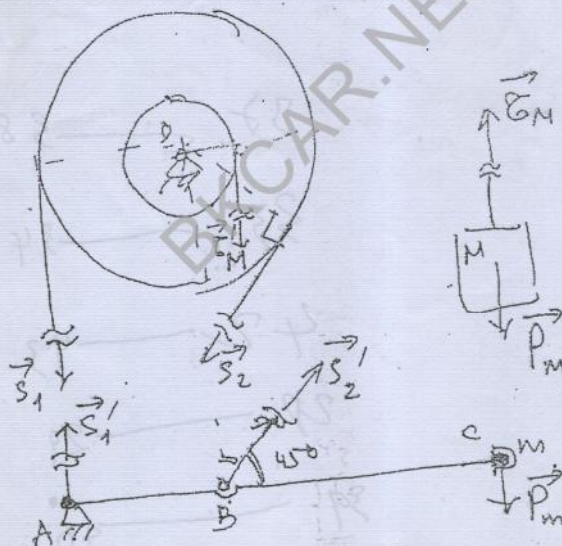
Pulley: $(S_1 - S_2)R = S_M' \cdot r$

Phân ABC: $\Sigma M_A = 0$

$\Rightarrow P_m \cdot L = S_2' \cdot 45^\circ$

lưu ý: Do dây ở vị trí như vậy nên dây ở vị trí 45 độ

hệ: $\begin{cases} S_M' = S_M \\ S_1' = S_1 \\ S_2' = S_2 \end{cases}$



Vậy ta:

$\begin{cases} (1) \rightarrow S_1 - S_2 = \frac{P}{2} \\ (2) \rightarrow S_1 - S_2 = \frac{M}{2} \end{cases}$

Kết hợp phương trình

$S_1 = S_2$ eff (5)

Ta có:

1,5# $\begin{cases} S_1 = M g \frac{r}{R} \frac{1}{\text{eff}} \\ S_2 = M g \frac{r}{R} \frac{1}{\text{eff}-1} \end{cases}$

Thay (5) vào (3)

$m g L = M g \frac{r}{R} \frac{1}{\text{eff}-1} \cdot AB$

$\Rightarrow m = M \cdot \frac{r}{R} \frac{AB}{L} \frac{1}{\text{eff}-1} \frac{\sqrt{2}}{2}$

$R = 2r, AB = R, L = 3R$

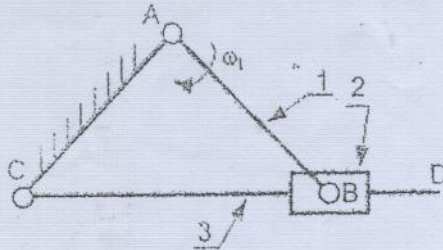
1,5# $\Rightarrow m = \frac{\sqrt{2}}{18} M \frac{1}{\text{eff}-1}$



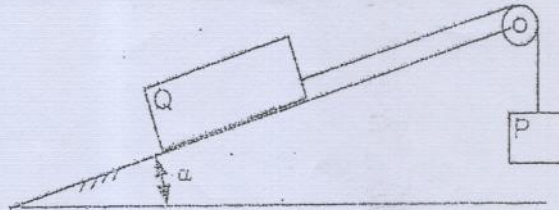
Sinh viên không được sử dụng tài liệu; Cán bộ coi thi không giải thích gì thêm.

Bài 1: 4 điểm

Cho cơ cấu Cu lít như Hình vẽ 1, khâu dẫn 1 quay đều với tốc độ ω_1 , các chiều dài: $l_{AB} = l_{AC} = a$ và $l_{CD} = 2a$, cơ cấu ở vị trí mà góc $CAB = 90^\circ$. Tìm vận tốc góc khâu 3 (3 điểm) và vận tốc điểm D_3 (1 điểm).



Hình vẽ 1



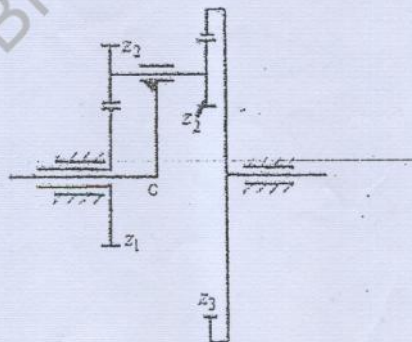
Hình vẽ 2

Bài 2: 3 điểm

Hình vẽ 2 mô tả một cơ hệ gồm vật Q trượt trên mặt phẳng nghiêng và vật P nối với vật Q bằng sợi dây vắt qua ròng rọc và treo lơ lửng. Biết hệ số ma sát giữa vật Q và mặt phẳng là μ , góc nghiêng mặt phẳng là α và khối lượng vật Q là m_Q . Giả thiết rằng sợi dây nằm dọc theo mặt phẳng trượt, không co dãn và khối lượng không đáng kể. Tìm khối lượng vật P để vật Q đi lên đều.

Bài 3: 3 điểm

- Xét hệ bánh răng như trên Hình vẽ 3. Biết: $z_1 = 60, z_2 = 30, z_2' = 40, z_3 = 130$. Cố định bánh răng z_1 và cho cần quay với $n_1 = 100$ vòng/phút. Tìm vận tốc quay n_3 của bánh răng z_3 (độ lớn và chiều quay so với chiều quay cần c).



Hình vẽ 3

Chủ nhiệm Bộ môn

Nguyễn Hữu Lộc

Nguyễn Hữu Lộc

Người ra đề thi

Phạm Huy Hoàng

Phạm Huy Hoàng

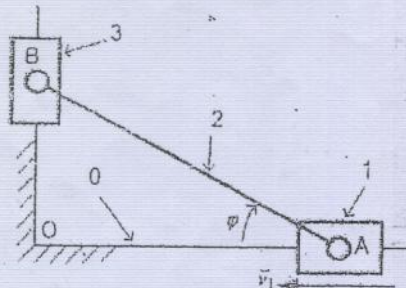


Sinh viên không được sử dụng tài liệu; Cán bộ coi thi không giải thích gì thêm

Bài 1: 3 điểm

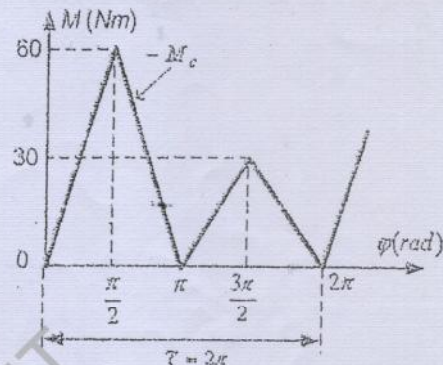
Xét cơ cấu như Hình vẽ 1 với OA vuông góc OB và $\angle B = \alpha$.

Tìm vận tốc và gia tốc khâu 3 ứng với vị trí mà $\varphi = 30^\circ$?
Biết rằng tại thời điểm đang xét khâu 1 có vận tốc là v_1 (chiều thể hiện trong Hình vẽ 1) và gia tốc bằng 0.

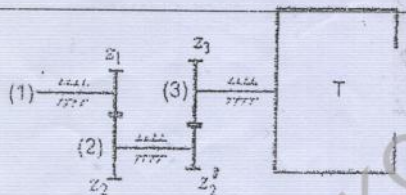


Hình vẽ 1

- c. Tìm moment quán tính của bánh đà được gắn vào trục (1) để máy đạt độ không đều cho phép $[\delta] = 0.02$.
d. Tại những vị trí nào trong chu kỳ T của khâu dẫn (những giá trị nào của φ) thì vận tốc máy đạt cực đại và cực tiểu.



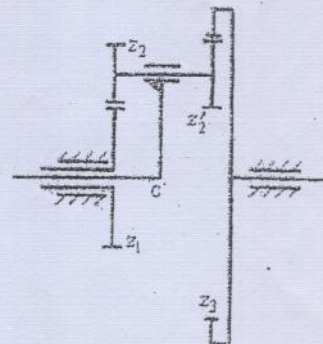
Hình vẽ 3



Hình vẽ 2

Bài 3: 3 điểm

Xét hệ bánh răng vì sai lệch ở Hình vẽ 4. Biết: $z_1 = 75$, $z_2 = 25$, $z_3 = 100$. Nếu cố định bánh răng 3 lại thì thấy tỉ số truyền giữa bánh răng z_1 và cần c là $\frac{n_1}{n_c} = \frac{8}{3}$. Tìm số răng z_2 ?



Hình vẽ 4

Bài 2: 4 điểm

Moment cân thay thế quy về trục dẫn (1) của một máy trộn (Hình vẽ 2) được biểu diễn bằng đồ thị như trên Hình vẽ 3 (lưu ý: đường $-M_c$) với chu kỳ $T = 2\pi \text{ rad}$. Moment động thay thế quy về trục dẫn (1) là một hằng số. Vận tốc quay trung bình của trục dẫn (1) là $\omega_1 = 100 \text{ rad/s}$. Số răng các bánh

răng lần lượt là: $z_1 = 30$, $z_2 = 60$, $z'_2 = 30$, $z_3 = 60$.

Moment quán tính của các bánh răng và thùng trộn T lần lượt là:

$$J_{z_1} = J_{z_2} = J_{z_3} = J_{z'_2} = 0,01 \text{ kgm}^2, J_T = 0,1 \text{ kgm}^2$$

a. Bỏ qua khối lượng và moment quán tính của các trục và coi như trọng tâm các bánh răng và thùng trộn nằm trên đường tâm quay. Tìm moment quán tính tương đương của cả máy quy về trục dẫn (1).

b. Tìm moment động thay thế đặt trên trục dẫn (1) để máy chuyển động bình ổn.

Chủ nhiệm Bộ môn

(Chữ ký)

Nguyễn Hữu Lộc

Người ra đề thi

(Chữ ký)

Phạm Huy Hoàng

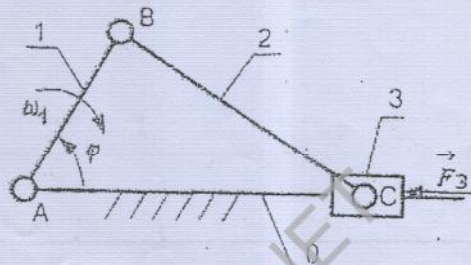


Sinh viên không được sử dụng tài liệu; Cán bộ coi thi không giải thích gì thêm.

Bài 1: 6 điểm

Xét cơ cấu tay quay con trượt chính tâm như hình vẽ 1. biết: $\varphi = 60^\circ$, $AB = 0,5m$, $BC = 0,5\sqrt{3}m$. Khâu dẫn 1 (AB) quay đều với vận tốc góc là $\omega_1 = 100 \text{ rad/s}$. Khâu 3 chịu lực $F_3 = 100N$ và có chiều như hình vẽ 1.

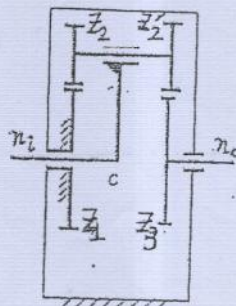
- Tìm vận tốc khâu 3 (4 điểm).
- Moment thay thế cho lực F_3 quy về khâu dẫn 1 (2 điểm).



Hình vẽ 1

Bài 2: 4 điểm

Hệ bánh răng vi sai kép được sử dụng như một hộp giảm tốc có tỉ số truyền lớn (Hình vẽ 2). Lưu ý rằng: bánh răng z_1 cố định vào thân hộp. Biết số răng các bánh răng là: $z_1 = 90$, $z_2 = 100$, $z_2' = 110$, $z_3 = 100$. Tìm tỉ số truyền của hộp giảm tốc $i = \frac{n_0}{n_i}$. ($n_i = n_c$ là vận tốc quay của căn c, $n_0 = n_3$ là vận tốc quay của bánh răng z_3).



Hình vẽ 2

Chủ nhiệm Bộ môn

Người ra đề thi

(Signature)

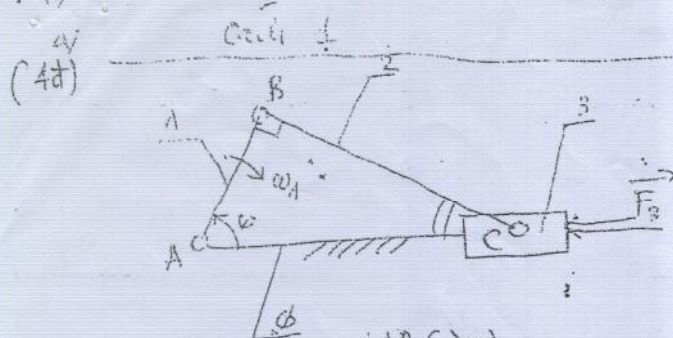
(Signature)

Nguyễn Hữu Lộc

Phạm Huy Hoàng



47. $AP = 100\text{ m}$, $PC = 0,5\sqrt{3}\text{ m}$, $\varphi = 60^\circ \Rightarrow \angle AC = 90^\circ$ và $\angle BCA = 30^\circ$

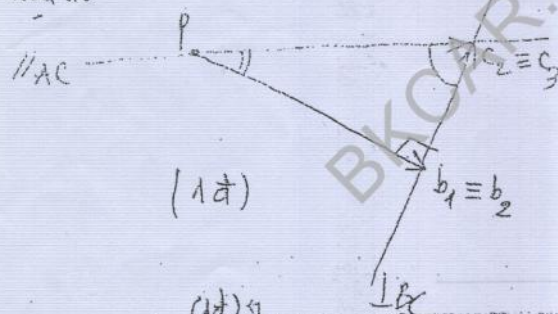


$$\vec{v}_{B_2} = \vec{v}_{B_1} = \begin{cases} \perp AB (\searrow) \\ AB\omega_1 = 0,5 \cdot 100 = 50 \text{ m/s} \end{cases} \quad (1đ)$$

$$\vec{v}_{C_2} = \vec{v}_{C_3} = \begin{cases} \parallel AC \\ ? \end{cases}$$

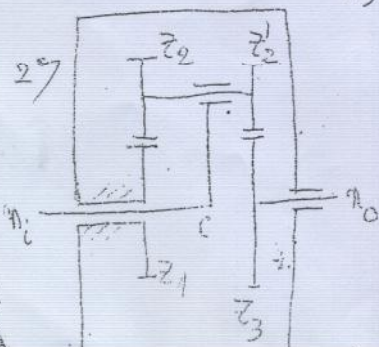
Phương trình: $\vec{v}_{C_2} = \vec{v}_{B_2} + \vec{v}_{C_2B_2} \quad (1đ)$
 $\parallel AC \quad \perp AB (\searrow) \quad \perp BC$
 $? \quad 50 \text{ m/s} \quad ? = BC\omega_2$

Vẽ hình đồ:



$$M_H = \frac{\vec{F}_3 \cdot \vec{v}_3}{\omega_1} = \frac{-F_3 \cdot v_3}{\omega_1} = \frac{-100 \cdot \sqrt{3}}{100} = -\frac{100}{\sqrt{3}} \approx -57,6$$

$$\Rightarrow M_H = \begin{cases} \curvearrowright \text{ (ngược chiều } \omega_1) \\ \frac{100}{\sqrt{3}} \approx 57,67 \text{ Nm} \end{cases} \quad (1đ)$$



$$\omega: \frac{n_1 - n_c}{n_3 - n_c} = (-1)^2 \frac{z_2 z_3}{z_1 z_2} = \frac{z_2 z_3}{z_1 z_2} \quad (1đ)$$

Thay $n_1 = 0$ và z_2, z_3, z_1, z_2 vào.

$$\frac{0 - n_c}{n_3 - n_c} = \frac{100 \cdot 100}{90 \cdot 110} = \frac{100}{99}$$

$$\text{Vậy: } i = \frac{n_0}{n_3} = \frac{1}{99} \quad (1,5đ)$$



Sinh viên không được sử dụng tài liệu

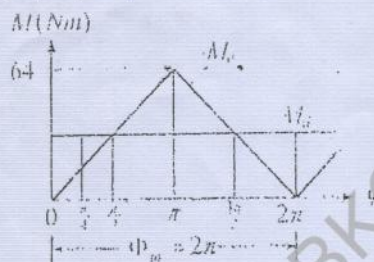
Câu 1: (3đ)

Chọn một trong hai câu sau:

- Phát biểu và chứng minh định lý cơ bản về an khớp của một cặp biến dạng rung (chú ý vẽ hình)
- Nếu trình tự xác định moment quán tính bánh đà (trường hợp tổng quát) khi cho trước các đồ thị $M_d(\varphi)$, $M_r(\varphi)$, $J(\varphi)$, ω_b và hệ số không đều cho phép $[\delta]$

Câu 2: (4đ)

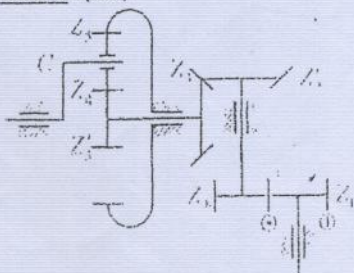
Moment cân thay thế tác dụng trên trục chính của máy biến đổi theo đồ thị cho ở hình vẽ, moment quán tính thay thế là hằng số với $J = 0,1 \pi \text{ kgm}^2$, vận tốc góc của trục chính đo tại vị trí $\varphi = \pi/4$ là $\omega(\pi/4) = 20 \text{ rad/s}$.



- Cho moment động M_d trên trục chính là hằng số, xác định M_d để máy có chuyển động bình ổn trong chu kỳ động lực học, $\Phi_m = 2\pi$ (1đ)
- Lý luận để xác định vị trí mà máy đạt vận tốc lớn nhất, ω_{\max} và nhỏ nhất, ω_{\min} (1đ)
Sau đó tính các giá trị vận tốc lớn nhất, nhỏ nhất này (1đ)

- Với vận tốc trung bình của máy $\omega_b = 16 \text{ rad/s}$, xác định moment quán tính bánh đà cần thiết để máy làm việc với hệ số không đều cho phép $[\delta] = 56,8 \times 10^{-3}$ (1đ)

Câu 3: (3đ)



Cho hệ thống bánh răng như hình vẽ với số răng của các bánh răng: $Z_1 = 20$, $Z_2 = 18$, $Z_3 = 27$, $Z_4 = 24$, $Z_5 = 18$ và $Z_6 = 17$. Vận tốc bánh răng Z_1 là $n_1 = 280 \text{ vòng/phút}$ với chiều quay như hình vẽ.

- Biết các bánh răng đều tiêu chuẩn và cùng mô-đun, tính số răng Z_6 (1đ)

- Xác định vận tốc (vòng/phút) và chiều quay của cần C (2đ)

Chủ nhiệm bộ môn

Giảng viên ra đề thi

[Signature]

[Signature]



Câu 1 (3,0đ)

a. Phát biểu và chứng minh định lý cơ bản về ăn khớp của một cặp biên dạng răng.

Định lý cơ bản về ăn khớp:

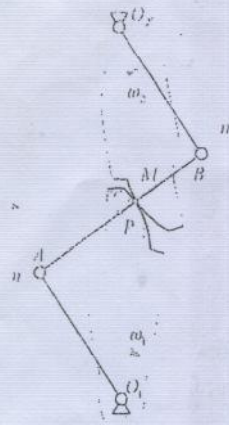
Để tỉ số truyền cố định, đường pháp tuyến chung của một cặp biên dạng đối tiếp phải luôn cắt đường nối tâm tại một điểm cố định.

Chứng minh:

Thay thế khớp cao tại M bằng một khâu và hai khớp thấp. Tại thời điểm đang xét, cơ cấu bánh răng được thay thế bằng cơ cấu bốn khâu bản lề O_1ABO_2 như hình vẽ. Gọi điểm P là giao điểm của đường pháp tuyến chung mn của cặp biên dạng đối tiếp và đường nối tâm O_1O_2 của cặp bánh răng. Theo định lý Willis, ta có

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{O_2P}{O_1P}$$

Từ biểu thức trên ta thấy, để i_{12} cố định, điểm P phải cố định. \Rightarrow đ.p.c.m.



Hình vẽ (1,0đ)

b. Nêu trình tự xác định moment quán tính bánh đà (trường hợp tổng quát) khi cho trước các đồ thị $M_d(\varphi)$, $M_c(\varphi)$, $J(\varphi)$, ω_b và hệ số không đều cho phép $[\delta]$

- Xác định đồ thị moment $M(\varphi) = M_d(\varphi) + M_c(\varphi)$
- Tích phân đồ thị $M(\varphi)$ để có đồ thị động năng $E(\varphi)$
- Từ đồ thị $E(\varphi)$ và đồ thị $J(\varphi)$, xây dựng đường cong Wittenbauer $E(J)$
- Từ đường cong Wittenbauer, xác định moment quán tính bánh đà theo công thức sau

$$E(\mu_F) \Delta \mu_F \Delta$$

$$J_d \approx O'P\mu_d = \frac{ab\mu_d}{\lg \psi'_{\max} - \lg \psi'_{\min}}$$

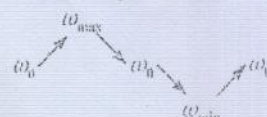
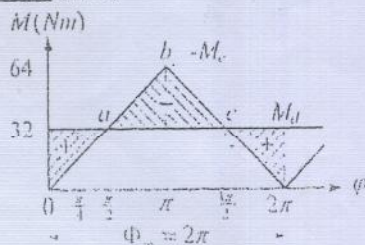
với

$$\begin{aligned} \lg \psi'_{\max/\min} &= \frac{\mu_d}{2\mu_F} [\omega'_{\max/\min}]^2 \\ J(\mu_F) &= \frac{\mu_d}{2\mu_F} \omega_b^2 (1 \pm [\delta]) \end{aligned}$$



[Trình tự xác định (1,0đ) + Hình vẽ (1,0đ) + Công thức tính (1,0đ)]

Câu 2 (4,0đ)



a. Xác định M_d để chuyển động bình ổn

(1,0đ)

Điều kiện chuyển động bình ổn

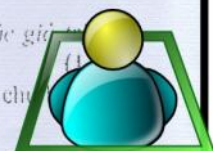
$$A_d|_{\varphi_{\min}} = A_c|_{\varphi_{\max}}$$

$$\Rightarrow M_d \times 2\pi = \frac{1}{2} \times 64 \times 2\pi$$

$$\Rightarrow M_d = 32 \text{ (Nm)}$$

b. Lý luận vị trí vận tốc máy đặt được các giá trị nhất và nhỏ nhất

Ta có độ biến thiên động năng trong một chu kỳ học máy như sau



$$\begin{aligned} \varphi: 0 \rightarrow \frac{\pi}{2} : \Delta E|_0^{\frac{\pi}{2}} &= +\frac{1}{2} \frac{\pi}{2} 32 = +8\pi (Nm) & \varphi: \frac{\pi}{2} \rightarrow \pi : \Delta E|_{\frac{\pi}{2}}^{\pi} &= -\frac{1}{2} \frac{\pi}{2} 32 = -8\pi (Nm) \\ \varphi: \pi \rightarrow \frac{3\pi}{2} : \Delta E|_{\pi}^{\frac{3\pi}{2}} &= -\frac{1}{2} \frac{\pi}{2} 32 = -8\pi (Nm) & \varphi: \frac{3\pi}{2} \rightarrow 2\pi : \Delta E|_{\frac{3\pi}{2}}^{2\pi} &= +\frac{1}{2} \frac{\pi}{2} 32 = +8\pi (Nm) \end{aligned}$$

Với chú ý vận tốc máy được tính bởi công thức $\omega(\varphi) = \sqrt{\frac{2}{J} (E(\varphi_0) + \Delta E|_{\varphi_0}^{\varphi})}$, ta có thể suy luận được độ biến thiên vận tốc máy như hình vẽ trên. Từ đó suy ra vận tốc máy lớn nhất tại $\varphi = \frac{\pi}{2}$ và nhỏ nhất tại $\varphi = \frac{3\pi}{2}$.

Tính giá trị vận tốc lớn nhất và nhỏ nhất

Tại vị trí $\varphi = \frac{\pi}{4}$ ta có $E(\frac{\pi}{4}) = \frac{1}{2} J \omega^2(\frac{\pi}{4}) = \frac{1}{2} 0,1\pi \times 20^2 = 20\pi (Nm)$

Độ biến thiên động năng từ vị trí $\varphi = \frac{\pi}{4}$ đến khi vận tốc máy đạt các cực trị, ta có

$$\Delta E|_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{\pi}{2}} = +\frac{1}{2} \frac{\pi}{4} 16 = +2\pi (Nm) \quad \text{và} \quad \Delta E|_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{3\pi}{2}} = +\frac{1}{2} \frac{\pi}{4} 16 - \frac{1}{2} \pi 32 = -14\pi (Nm)$$

Do đó, vận tốc các cực trị này được tính như sau

$$\omega_{\max} = \omega(\frac{\pi}{2}) = \sqrt{\frac{2}{J} (E(\frac{\pi}{4}) + \Delta E|_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{\pi}{2}})} = \sqrt{\frac{2}{0,1\pi} (20\pi + 2\pi)} = \sqrt{440} \approx 20,98 (rad/s) \quad (0,5đ)$$

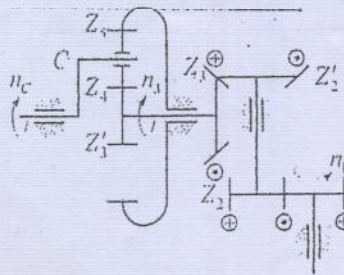
$$\omega_{\min} = \omega(\frac{3\pi}{2}) = \sqrt{\frac{2}{J} (E(\frac{\pi}{4}) + \Delta E|_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{3\pi}{2}})} = \sqrt{\frac{2}{0,1\pi} (20\pi - 14\pi)} = \sqrt{120} \approx 10,95 (rad/s) \quad (0,5đ)$$

c. Tính moment quán tính bánh đà

Độ biến thiên động năng cực đại $|\Delta E_{\max}| = \Delta E_{\max} = \frac{1}{2} \times 32 \times \pi = 16\pi (Nm)$, suy ra

$$J_d = \frac{|\Delta E_{\max}|}{\omega_{\max}^2 [\delta]} = J = \frac{16\pi}{16^2 \times 56,8 \times 10^{-3}} = 0,1\pi = \pi = 3,1416 (kgm^2)$$

Câu 3 (3đ)



a. Tính số răng bánh răng Z_3

(1,0đ)

Điều kiện đồng trục

$$A_{13} = A_{c3} \Rightarrow \frac{1}{2} m(Z_1' + Z_4) = \frac{1}{2} m(Z_3' - Z_1)$$

$$\text{hay } Z_3 = (Z_1' + 2Z_4) = 18 + 2 \times 17 = 52.$$

b. Tính vận tốc của C

Hệ không gian thường

(0,5đ)

$$i_{13} = \frac{n_1}{n_3} = \frac{Z_1}{Z_3} \frac{Z_3'}{Z_1'} \Rightarrow n_3 = \frac{Z_1}{Z_2} \frac{Z_1'}{Z_3'} n_1 \quad (350 \text{ v/p})$$

Chiều của bánh răng Z_1 được xác định như hình vẽ.

(0,5đ)

Xét hệ thống bánh răng vì sai phẳng với giả thiết n_3, n_1 và n_c cùng chiều, ta có

$$i_{13}^c = \frac{n_1 - n_c}{n_3 - n_c} = \frac{n_1 \cdot n_c}{0 - n_c} = -\frac{n_1}{n_c} + 1 = -\frac{Z_1}{Z_3'}$$

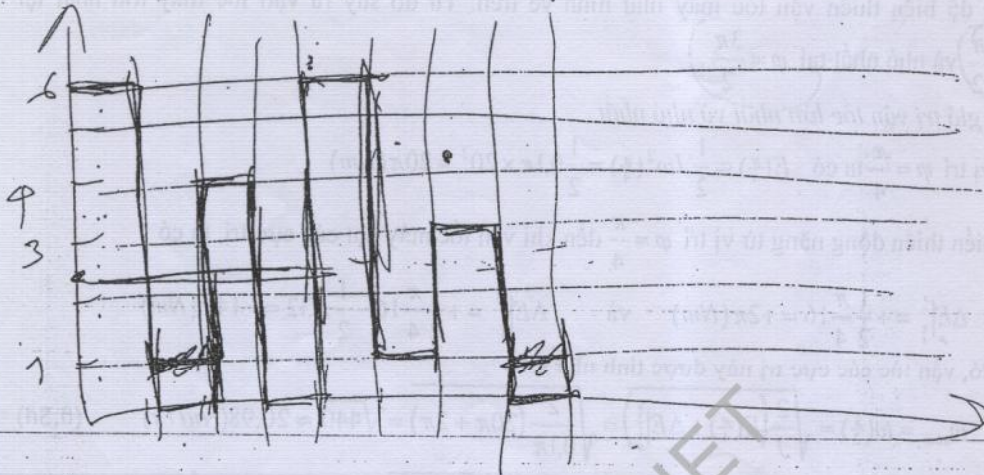
$$\frac{Z_1}{Z_3'} \frac{Z_3'}{Z_1'} = \frac{20}{27}$$

$$\Rightarrow n_c = \frac{n_3}{1 + \frac{Z_1}{Z_3'}} = \frac{Z_3}{1 + \frac{Z_1}{Z_3'}} n_1 = \frac{18 \cdot 24}{1 + \frac{20}{27}} \times 280 = 90 (\text{vòng/phút})$$

Chiều của C cũng chiều bánh răng Z_1 như hình vẽ



BKCAR.NET



$$6 \times \frac{T}{8} + 6 \times \frac{T}{8} + 4 \times \frac{T}{8} + 3 \times \frac{T}{8} + 1 \times \frac{T}{8}$$

$$= 20 \frac{T}{8} = M_d \cdot T$$

$$M_d = \frac{20}{8} = \frac{5}{2} = 2.5$$



ĐỀ KIỂM TRA GIỮA HỌC KỲ
MÔN NGUYÊN LÝ MÁY

Ngày thi: 30/03/2006.

Thời gian: 60 phút.

Sinh viên không được sử dụng tài liệu

Câu 1: (2đ)

Phát biểu nguyên lý tạo thành cơ cấu.

Câu 2: (4đ)

Cho cơ cấu máy bào ngang tại vị trí như hình vẽ với các thông số như sau:

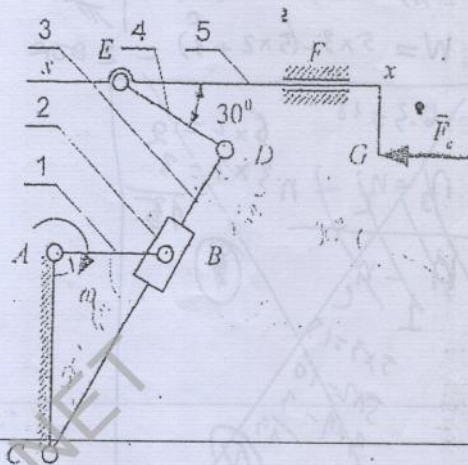
$AB \perp AC$

$$l_{AB} = \frac{1}{2} l_{BC} = \frac{1}{3} l_{CD} = 0,1 \text{ m}$$

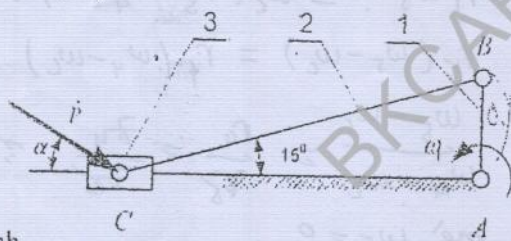
$$\omega_1 = 20 \text{ rad/s}$$

Vẽ họa đồ (không dùng tỉ lệ xích), tính

1. vận tốc diêm G_x trên dầu bào (2đ)
2. gia tốc diêm D_x (2đ)



Câu 3: (4đ)



Cho cơ cấu tay quay -- con trượt như hình vẽ với $l_{AB} = 0,05m$, góc $\angle ACB = 15^\circ$, góc $\angle CAB = 90^\circ$, trên con trượt chịu lực cân $P = 200N$ đi qua điểm C , tạo với phương trượt một góc $\alpha = 30^\circ$.

Tính

- b. moment cân bằng đặt trên khâu dẫn bằng hai phương pháp: phân tích lực (1đ) và di chuyển khâu dẫn (1đ)

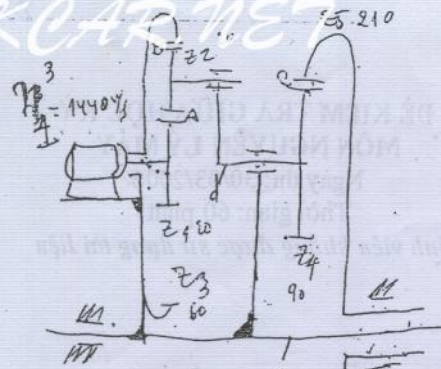
Chủ nhiệm bộ môn

Giảng viên ra đề thi

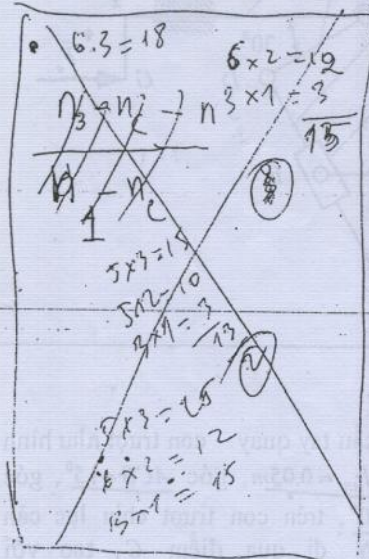
PL. Nigrocyathus



BKCARNET



$$W = 5 \times 3 - (5 \times 2 + 3) = 2 \text{ DDP}$$



$$V_{A1} = V_{A2}$$

$$(r_5 - r_4)\omega_c + r_1\omega_1 = -r_2\omega_2 + (r_1 + r_2)\omega_3 + (r_5 - r_4)\omega_c$$

$$\Rightarrow r_1(\omega_1 - \omega_4) = -r_2(\omega_2 - \omega_4)$$

$$\Rightarrow \frac{\omega_1 - \omega_4}{\omega_2 - \omega_4} = -\frac{r_2}{r_1} = -\frac{z_2}{z_1} \quad (1)$$

$$V_{B2} = V_{B3}$$

$$\omega_c(r_5 - r_4) + r_3\omega_3 = r_2\omega_2 + (r_5 - r_2)\omega_4 + (r_3 - r_2)\omega_4$$

$$r_3(\omega_3 - \omega_4) = r_2(\omega_2 - \omega_4)$$

$$\frac{\omega_3 - \omega_4}{\omega_2 - \omega_4} = \frac{r_2}{r_3} = \frac{z_2}{z_3} \quad (2)$$

$$V_{C4} = V_{C5}$$

$$r_5\omega_5 = \omega_c(r_5 - r_4) + \omega_4 r_4$$

$$r_5(\omega_5 - \omega_c) = r_4(\omega_4 - \omega_c)$$

$$\frac{\omega_5 - \omega_c}{\omega_4 - \omega_c} = \frac{r_4}{r_5} = \frac{z_4}{z_5}$$

$$\text{mà } \omega_5 = 0$$

$$\Downarrow \frac{-\omega_c}{\omega_4 - \omega_c} = \frac{z_4}{z_5} \quad (3)$$

$$(3) \Rightarrow \frac{-\omega_c}{\omega_4 - \omega_c} = \frac{90}{210} = \frac{3}{7}$$

$$-7\omega_c = 3\omega_4 - 3\omega_c$$

$$\omega_4 = -\frac{4}{3}\omega_c \quad (4)$$

$$(1) \& (2) \Rightarrow \frac{\omega_1 - \omega_4}{\omega_c - \omega_4} = -\frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_3}{z_2} = -\frac{z_3}{z_1} \quad (5)$$

$$\text{Thay (4) vào (5)} \quad \frac{\omega_1 - (-\frac{4}{3}\omega_c)}{\omega_c - (-\frac{4}{3}\omega_c)} = -\frac{z_3}{z_1} = -\frac{60}{20} = -3$$

$$\omega_1 + \frac{4}{3}\omega_c = -3\omega_c + \frac{4}{3}\omega_c$$

$$\omega_1 = -\frac{8}{3}\omega_c + 3\omega_c = -\frac{17}{3}\omega_c \quad (6)$$

$$\omega_c = -\frac{3}{17}\omega_1 = -\frac{3}{17} \cdot 1440 \text{ V}$$

$$\omega_1 - \omega_c = 1440 \text{ V} \quad (7)$$

$$(6) \& (7) \Rightarrow \omega_c = \dots$$

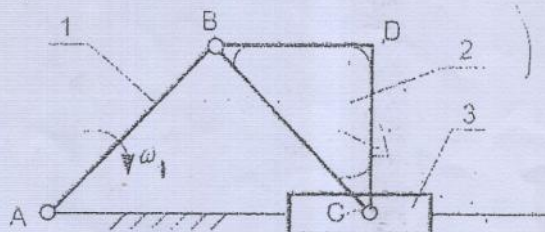


Sinh viên không được sử dụng tài liệu; Cán bộ coi thi không giải thích gì thêm

Bài 1: 6 điểm

Một cơ cấu tay quay con trượt như Hình vẽ 1. Biết hai tam giác ABC và BCD là hai tam giác vuông cân với: $AB = BC = a\sqrt{2}$, $AB \perp BC$, $BD = CD = a$, $BD \perp CD$. Khâu 1 (AB) quay đều với vận tốc góc ω_1 . Hãy tìm:

- Vận tốc khâu 3, vận tốc góc khâu 2 (4 điểm)
- Vận tốc điểm D của khâu 2 (1 điểm)
- Gia tốc khâu 3 (1 điểm)

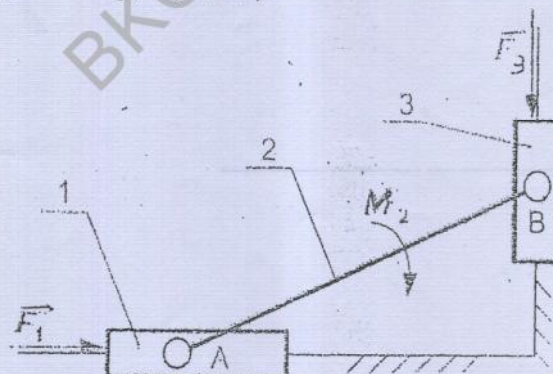


Hình vẽ 1,

$V_{liên}$
 $V_{hình}$

Bài 2: 4 điểm

Một cơ cấu như trên Hình vẽ 2. Các ngoại lực (bao gồm cả lực quán tính) chỉ gồm $\vec{F}_1, M_2, \vec{F}_3$. Biết: phương trượt của các khâu 1 và 3 vuông góc nhau, khâu 2 (AB) nghiêng so với phương ngang góc 30° , lực \vec{F}_1, \vec{F}_3 dọc theo đường trượt của các khâu 1, 3 và lần lượt đi qua A, B và $AB = 2a, F_3 = 3F, M_2 = Fa$.
Hãy xác định lực \vec{F}_1 để cân bằng với các ngoại lực còn lại.



Hình vẽ 2

$V_{hình} = V_{liên}$
 $V_{liên} = V_{hình}$

Chủ nhiệm Bộ môn

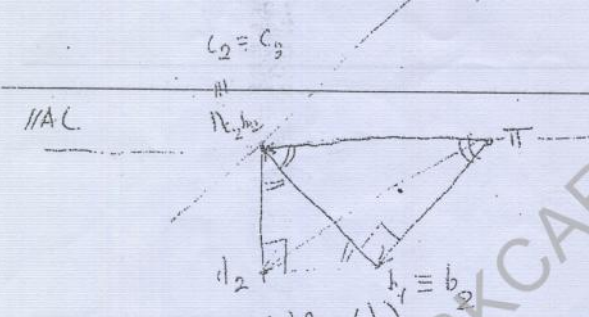
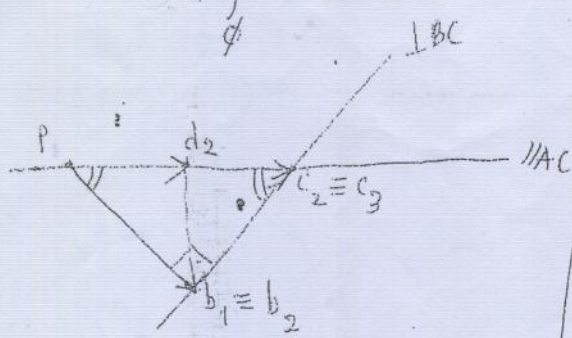
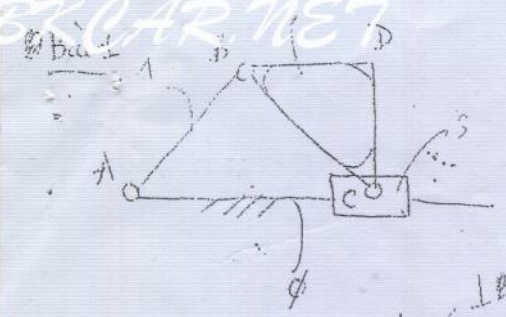
Người ra đề thi

TS. Nguyễn Hữu Lộc

TS. Phạm Huy Hoàng

Lưu ý: đáp án được dán ở bảng thông báo của bộ môn Thiết kế máy (207 B11) từ 17/7 đến





a. $\vec{v}_{B_2} = \vec{v}_{B_1} = \begin{cases} \perp AB \quad (\downarrow) \\ AB\omega_1 = \sqrt{2}a\omega_1 \end{cases} \quad (1,5đ)$

$\vec{v}_{C_2} = \vec{v}_{C_3} = \begin{cases} \parallel AC \\ ? \end{cases}$

$\vec{v}_{C_2} = \vec{v}_{B_2} + \vec{v}_{C_2B_2}$

$\parallel AC \quad \perp AB (\downarrow) \quad \perp BC$

$? \quad \sqrt{2}a\omega_1 \quad ? = BC\omega_2$

Vẽ hình đồ (1đ)

$\vec{v}_3 = \vec{v}_{C_3} = \vec{v}_{C_2} = \begin{cases} \vec{v}_{B_2} \\ \cos 45^\circ = 2a\omega_1 \end{cases} \quad (1,5đ)$

$\vec{v}_{D_2} = \frac{1}{2}\vec{v}_3 \quad (1đ)$

$\vec{v}_{C_2B_2} = \begin{cases} \perp BC \quad (\uparrow) \\ \frac{v_{C_2}}{\sin 45^\circ} = \sqrt{2}a\omega_1 \end{cases}$

$\Rightarrow \omega_2 = \begin{cases} \omega_1 \\ \frac{v_{C_2B_2}}{BC} = \omega_1 \end{cases} \quad (1đ)$

b. $\vec{a}_{B_2} = \vec{a}_{B_1} = \begin{cases} \parallel \vec{BA} \quad (\downarrow) \quad 2g \\ AB\omega_1^2 = \sqrt{2}a\omega_1^2 \end{cases}$

$\vec{a}_{C_2} = \vec{a}_{C_3} = \begin{cases} \parallel AC \\ ? \end{cases}$

$\vec{a}_{C_2} = \vec{a}_{B_2} + \vec{a}_{C_2B_2} + \vec{a}_{C_2B_2}^{\perp}$

$\parallel AC \quad \parallel \vec{BA} \quad \parallel \vec{BC} \quad \perp BC$

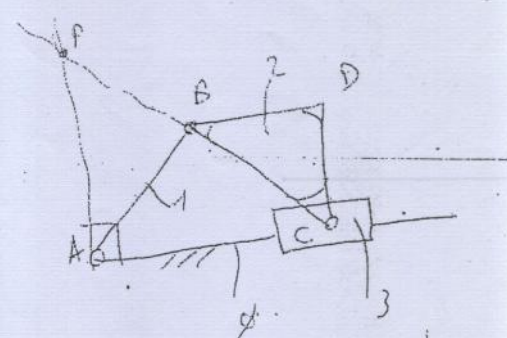
$? \quad \sqrt{2}a\omega_1^2 \quad BC\omega_2^2 \quad ? = BC$

$\sqrt{2}a\omega_1^2$

Vẽ hình đồ (1,5đ)

$\vec{a}_3 = \vec{a}_{C_3} = \vec{a}_{C_2} = \begin{cases} \parallel \vec{B_2} \\ \cos 45^\circ = 2a \end{cases} \quad (1đ)$

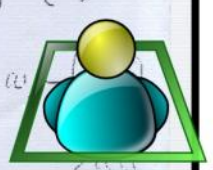
cách khác: $\omega_1 \perp a$



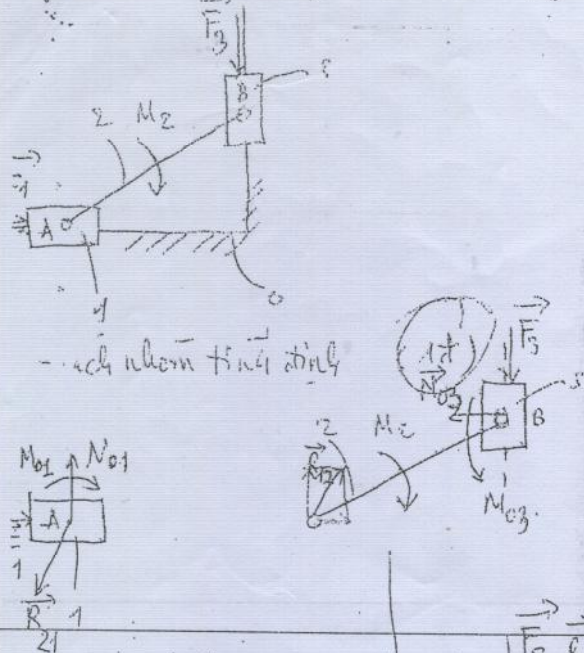
P là tâm vận tốc tức thời trong chuyển động tổng hợp giữa hai trục.

$\vec{v}_3 = \vec{v}_1$

$\Rightarrow \vec{v}_3 = \vec{v}_A = \begin{cases} \perp AP \quad (\rightarrow) \\ AP\omega \end{cases}$



Đề 1: Phân tích áp lực khớp động



- Phương trình:

Khâu 3:
$$\begin{cases} \vec{F}_3 + \vec{N}_{03} + \vec{R}_{23} = 0 \\ \sum M_B = -M_{03} = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} -N_{03} + R_{23}^x = 0 & (1) \\ -F_3 + R_{23}^y = 0 & (2) \\ M_{03} = 0 & (3) \end{cases}$$

Khâu 2:
$$\begin{cases} \vec{R}_{12} + \vec{R}_{32} = 0 \\ \sum M_A = M_A(\vec{R}_{32}) + \vec{M}_2 = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} R_{12}^x - R_{32}^x = 0 & (4) \\ R_{12}^y - R_{32}^y = 0 & (5) \\ M_2 - R_{32}^x \cdot a + R_{32}^y \cdot \sqrt{3}a = 0 & (6) \end{cases}$$

Vậy: $R_{21}^x = R_{32}^x, R_{21}^y = R_{32}^y, R_{12}^x = R_{21}^x$

- Giải ra: (T, S, d)

$$R_{23}^x = R_{32}^x = R_{12}^x = R_{21}^x = N_{03} = \frac{F_3 \sqrt{3}}{2} = 2\sqrt{3}$$

$$R_{23}^y = R_{32}^y = R_{12}^y = R_{21}^y = F_3 = 2F$$

$$M_{03} = 0$$

- Xét nghiêng khâu 1:

$$\begin{cases} F_1 + R_{21} + N_0 \\ \sum M_A = M_{01} = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} F_1 - R_{21}^x = 0 & (7) \\ N_{01} - R_{21}^y = 0 & (8) \\ M_{01} = 0 & (9) \end{cases}$$

Vậy:
$$\vec{F}_1 = \vec{R}_{21} = (2\sqrt{3} + 1)\vec{F}$$

Khâu 2: Nguyên lý công ảo / Dịch chuyển

Vận tốc: Dùng hình ảnh / tìm vận tốc

xác định:
$$\omega_2 = \left\langle \frac{v_1}{a} \right\rangle$$

$$\vec{v}_3 = \left\langle \frac{1}{\sqrt{3}} v_1 \right\rangle$$

- Nguyên lý công ảo:

$$\vec{F}_1 \vec{v}_1 + M_2 \vec{\omega}_2 + \vec{F}_3 \vec{v}_3 = 0$$

$$\vec{F}_1 \vec{v}_1 = M_2 \omega_2 + F_3 v_3 = Fa \left(\frac{v_1}{a} \right) + 2F v_3$$

$$\Rightarrow \vec{F}_1 = (2\sqrt{3} + 1)\vec{F}$$

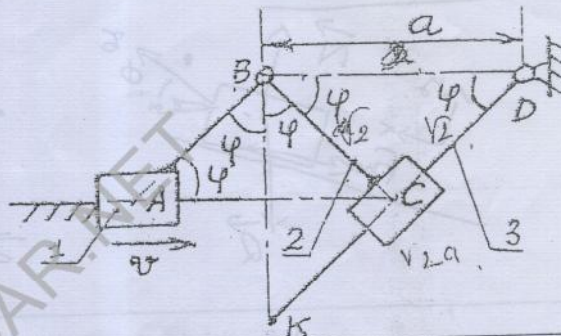


ĐỀ KIỂM TRA GIỮA HỌC KỲ I
MÔN NGUYÊN LÝ MÁY

ĐỀ C.

n không được phép sử dụng tài liệu.
n làm bài : 50 phút.

CÂU 1). Vẽ hoạ đồ vận tốc để từ đó xác định vận tốc góc khâu 2, khâu 3 và vận tốc điểm K.
trên khâu 3 của cơ cấu phẳng ABCD
như hình vẽ ở vị trí $\varphi = 45^\circ$, $a = 2m$.
khi cho khâu 1 có vận tốc $v = 1,5m/s$
(chiều như hình vẽ).

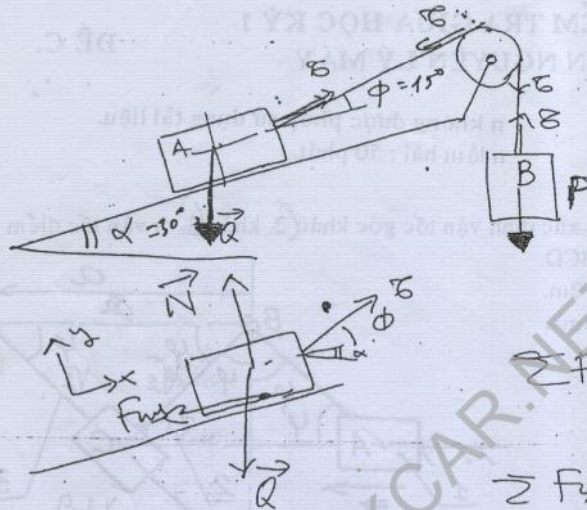


CÂU 2). Thế nào là điều kiện tĩnh định trong việc giải bài toán áp lực khớp động và từ đó rút ra kết luận : Khi nào thì thoả mãn điều kiện tĩnh định?

Cán bộ coi thi không giải thích gì thêm.



D



$$T = P$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow N = Q \cos \alpha - T \sin \phi$$

$$\Rightarrow F_{ms} = f N = f(Q \cos \alpha - P \sin \phi)$$

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow T \cos \phi = F_{ms} + Q \sin \alpha$$

$$\Rightarrow P \cos \phi = f(Q \cos \alpha - P \sin \phi) + Q \sin \alpha$$

$$\Rightarrow P = Q \cdot \frac{f \cos \alpha + \sin \alpha}{\cos \phi + f \sin \phi}$$

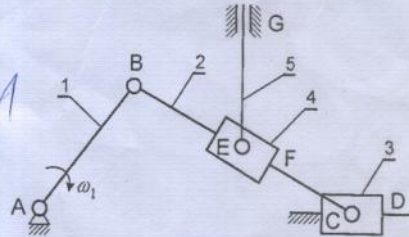
$$\text{SO } \frac{0.12 \cdot \cos 30^\circ + \sin 30^\circ}{\cos 15^\circ + 0.12 \cdot \sin 15^\circ} \approx 30.29 \text{ N.}$$



Câu 1: (2 điểm)

Chọn một trong hai câu sau:

1a. Tính bậc tự do cơ cấu phẳng sau (hình 1):



Hình 1

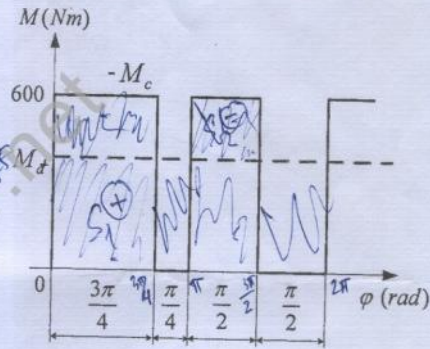
1b. Định nghĩa đường thân khai. Nêu các tính chất của đường thân khai (vẽ hình minh họa).

Câu 2: (4 điểm)

Moment thay thế các lực cản (M_c) thu về khâu dẫn có dạng như hình 2 (đường $-M_c$).
Moment động là hằng số.

a. Tính moment phát động M_d để máy chuyển động bình ổn.

**b. Tính moment quán tính của bánh đà lắp trên khâu dẫn khi biết: $\omega_0 = 25 \text{ (rad/s)}$,
 $[\delta] = 0,02$ và $J_0 = 1,5 \text{ kgm}^2 = \text{hằng số}$.**



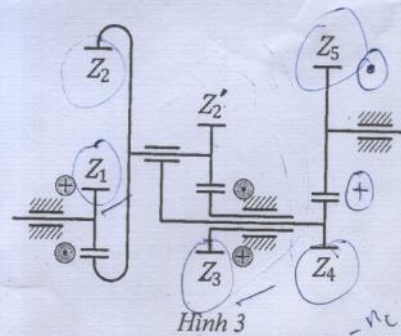
Hình 2

Câu 3: (4 điểm)

Xét hệ thống bánh răng như hình 3. Các bánh răng đều tiêu chuẩn và cùng modul, biết: $Z_1 = Z_3 = 20$, $Z_2 = 60$, $Z_4 = 16$ và $Z_5 = 40$. Bánh răng Z_1 và bánh răng Z_3 quay ngược chiều nhau với vận tốc $n_1 = 700 \text{ vòng/phút}$ và $n_3 = 200 \text{ vòng/phút}$. Tính:

a. Số răng Z_2' .

b. Vận tốc (vòng/phút) và chiều quay của bánh răng Z_5 .



Hình 3

Chủ nhiệm bộ môn

(Signature)

TS. Trần Văn Tùng

GV ra đề thi

(Signature)
TS. Bùi Trọng Hiếu

