

1. أوجد زاوية دوران الكامة وأزم تحديد المتغيرات الرئيسية الهندسية ، وهي:

الزوايا  $\alpha$  و  $\psi$  ، وتحدد من العلاقة:

$$\rho = \frac{R^2 + r^2 + d^2 - 2Rd \cos \alpha}{2(R + r - d \cos \alpha)}$$

$$69 \times 2(25 - 2.5 - 32.5 \cos \alpha) = (25)^2 - (2.5)^2 + (32.5)^2 - 2 \times 25 \times 32.5 \times \cos \alpha$$

$$2860 \cos \alpha = 1430 \Rightarrow \cos \alpha = 0.5 \Rightarrow \alpha = 60^\circ$$

وزاوية حركة التابع على جانب الكامة  $\psi$  ، وتحدد من العلاقة:

$$\sin \psi = \frac{d}{\rho - r} \sin \alpha = \frac{32.5}{69 - 2.5} \sin 60 = 0.4232454 \Rightarrow \psi = 25^\circ$$

وشوط التابع  $S$  ، ويحدد من العلاقة:

$$S = d + r - R = 32.5 + 2.5 - 25 = 10 \text{ mm}$$

2. يبقى التابع التآرجحي ملاصقاً لجانبية الكامة عندما يكون عزم قوة عطالة التابع  $F^{in} \downarrow$  حول مركز التآرجح بنفس اتجاه عزم محصلة قوة ثقله التابع  $W \downarrow$  وقوة مرونة النابض  $F_k \downarrow$  حول مركز التآرجح ، ويحدث ذلك خلال حركته المتسارعة في شوط الرفع عندما يجس التابع جانب الكامة.

ويستد التابع التآرجحي تماسه مع الكامة عندما يكون عزم قوة عطالة التابع الأعظمية  $F^{in} \uparrow$  حول مركز التآرجح ، أكبر وبعكس اتجاه عزم محصلة قوة ثقله التابع  $W \downarrow$  وقوة مرونة النابض  $F_k \downarrow$  حول مركز التآرجح ، ويحدث ذلك خلال حركته المتباطئة في شوط الرفع عندما يجس التابع أنف الكامة. خلالها يتآرجح التابع حول مركز تفصله Q بحركة متباطئة ، وتكون زاوية دوران الكامة  $\theta$  محسوبة بين: [2]

$$\psi \leq \theta < \alpha$$

3. يحدد الانضغاط الابتدائي اللازم للنابض حتى لا يفقد التابع تماسه مع الكامة من علاقته بقوة مرونة النابض  $F_k$  ، التي تحسب من تطبيق علاقات التوازن الديناميكي على التابع المتآرجح لحظة فقدان التماس.

$$F_{\max}^{in} + \Sigma F^e = 0 \quad , \quad T_G^{in} + T_G^e = 0$$

حيث قوة عطالة التابع الأعظمية  $F_{\max}^{in}$  ، تحسب من العلاقة:

$$F^{in} = -m \cdot A_{GQ} = -m (A_{GQ}^r + A_{GQ}^n)$$

ومركبات تسارع حركة دوران G حول Q مركز التآرجح ، تعطى بالعلاقين:

$$A_{GQ}^r = \varepsilon_1 \cdot GQ \downarrow \quad , \quad A_{GQ}^n = \omega_1^2 \cdot GQ \approx 0 \leftarrow$$

بما أن قيمة  $\omega_1$  السرعة الزاوية للتابع المسطح المتآرجح صغيرة ، بالتالي تنعدم المركبة الناعظمية لتسارع مركز الكتل G ، مما يؤدي أن يكون مسار كل من G و P مستقيم شاقولي.

وبما أن مسار نقطة الأثر P يقارب مستقيم شاقولي مار من مركز دوران الكامة O ، بالتالي تكون علاقة قيمة تباطؤ نقطة الأثر P تطابق قيمة تباطؤ نقطة الأثر لتابع ترددي قطري ، المعطاة بالعلاقة التالية:

$$A = \omega^2 \cdot d \cdot \cos(\alpha - \theta)$$

ولتحديد قيمة التباطؤ الأعظمي لنقطة الأثر P ، فعندما يجس التابع نهاية الأنف في N ، تكون:

$$\theta = \alpha \Rightarrow A = \omega^2 \cdot d$$

حيث  $\omega$  السرعة الزاوية للكامة وتساوي:

$$\omega = 2\pi \times 300/60 = 31.4 \text{ rad/sec}$$

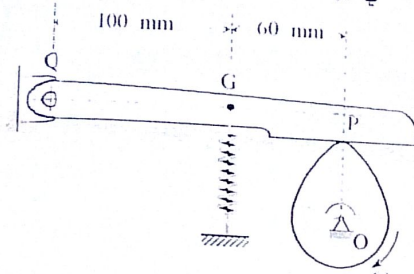
بالتعويض في علاقته التباطؤ تكون قيمته عندما يجس التابع نهاية الأنف في N :

$$(A_P)_N = (A_P)_{(\theta=\alpha)} = 32.04 \text{ m/sec}^2 \downarrow$$



## المسألة الرابعة ( 25 درجة )

دور : دائرة قوسية مكونة من قوسين دائريين متساويين ، يمسان كل من دائرتي الأساس والأثف بسرعة زاوية ثابتة باتجاه دوران  
ساعة الساعة ، المحرك تابع مسطح ترددي ، شاقولي ، السلاسل :  
ارسم يانغان تركيبية الكامنة مع التابع المسطح ، واستنتج العلاقات الهندسية التي تربط بين أبعادها وزواياها .



الشكل تركيبية كامنة قوسية من النوع المذكور أعلاه ،  
دور : سرعة زاوية ثابتة ، بعدد دورات دورة 300 r p m ،  
حول محور ثابت مار من ( ) باتجاه دوران عقارب الساعة ،  
أعحرك بارما مسطحا يتأرجح حول المفصل الثابت Q ،  
والذي يدور حول وضعه الأفقي بزوايتين متساويتين ،  
ويستند على الكامنة بتأثير كل من وزنه وقوة نابض مشدود عند مركز ثقله G .

إذا كانت الكامنة تتصف بأن : نصف قطر الدائرة الأساسية (R = 25 mm) ، ونصف قطر دائرة الأثف (r = 2.5 mm) ،  
والبعد بين مركزي دائرتي الأثف والأساس (d = 32.5 mm) ، ونصف قطر دائرة الجانب (ρ = 69 mm) ،  
وكانت كتلة التابع (m = 0.9 kg) ، ونصف قطر عطالته حول مركز ثقله G يساوي إلى (ρ<sub>G</sub> = 70 mm) ،  
وكان عامل مرونة النابض (K = 1 kN/m) ، المطلوب باعتبار :

أ) الشكل يمثل وضع لحظة فقدان التماس بين التابع والكامنة ، وأن مسار نقطة الأثر P هو خط مستقيم شاقولي مار من O ،  
وبالتالي يمكن استخدام علاقة تباطؤ نقطة الأثر لتابع مسطح قطري ترددي التالية :  $A = \omega^2 \cdot d \cdot \cos(\alpha - \theta)$  عند هذا الوضع ،  
ما يلي :

1. تحديد قيمة كل زاوية شوط الرفع ، وزاوية الحركة على الجانب ، وشوط التابع .
2. اشرح متى وأين يبقى التابع التآرجحي ملاصقاً للكامنة ، ومتى وأين يفقد تماسه مع الكامنة .
3. مقدار الانضغاط الابتدائي اللازم للنابض عندما يمس التابع الكامنة في أخفض وضع له ، بحيث لا يفقد التابع تماسه مع الكامنة .

الحل :

أ) السؤال النظري :

أ) استنتاج العلاقات الهندسية التي تربط بين متغيرات تركيبية الكامنة  
من الشكل نحصل على علاقة شوط التابع :

$$S' = ON - OA = OF + FN - OA$$

$$S = d + r - R$$

أيضاً من الشكل ومن المثلث ΔOFP :

$$PF^2 = OP^2 + OF^2 + 2OF \cdot OP \cdot \cos(180 - \alpha)$$

$$(\rho - r)^2 = (\rho - R)^2 + d^2 - 2d(\rho - R)\cos\alpha$$

$$\rho^2 - 2\rho \cdot r + r^2 = \rho^2 - 2\rho \cdot R + R^2 + d^2 + 2\rho \cdot d \cdot \cos\alpha - 2R \cdot d \cdot \cos\alpha$$

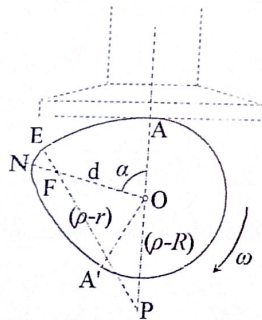
$$2\rho \cdot (R - r - d \cdot \cos\alpha) = R^2 - r^2 + d^2 - 2R \cdot d \cdot \cos\alpha$$

$$\rho = \frac{R^2 - r^2 + d^2 - 2R \cdot d \cdot \cos\alpha}{2(R - r - d \cdot \cos\alpha)}$$

أيضاً من المثلث ΔOFP ، بتطبيق علاقة لامي لحساب الأطوال :

$$\frac{OF}{\sin \psi} = \frac{FP}{\sin(180 - \alpha)} \Rightarrow \frac{d}{\sin \psi} = \frac{\rho - r}{\sin \alpha}$$

$$\sin \psi = \frac{d}{\rho - r} \sin \alpha$$





2. العلاقة بين السرعة الزاوية للمحرك، من العلاقة:

$$P = T_m \cdot \omega$$

حيث  $\omega$  السرعة الزاوية للمحرك، وتساوي إلى:

$$\omega = \frac{2\pi}{60} n = \frac{2\pi}{60} \cdot 400 = 10\pi = 41.888 \text{ rad/s}$$

منه والتعويض نحصل على الاستدانة الوسطية للمحرك:

$$P = 1075 \times 41.888 = 45029 \text{ W} \approx 45 \text{ kW}$$

3. يمثل التراوح الأعظمي للقدرة  $P_f$  خلال دورة عمل كاملة للمحرك بالمساحة المهيمنة على مخطط عزم الدوران، والمحصورة بين

نقطتي تقاطع العزم المحرك مع العزم الوسطي  $A$ ،  $B$ ، ويحسب كما يلي:

$$\frac{X}{0.4\pi} = \frac{8000 - 1075}{8000} \Rightarrow X = 0.4 \frac{6925}{8000} \pi = 0.34625\pi$$

منه التراوح الأعظمي للقدرة:

$$E_f = \frac{1}{2} (0.34625\pi + 0.2\pi + 0.34625\pi + 0.2\pi) \times (8000 - 1075) \\ = 0.54625\pi \times 6925 = 3782.78\pi = 11884 \text{ N.m}$$

4. يتعين  $K_e$  معامل تراوح القدرة من العلاقة:

$$K_e = \frac{E_f}{E} = \frac{3782.78\pi}{4300\pi} = 0.8797 \approx 88\%$$

5. يتعين  $K_s$  معامل تراوح السرعة لمحور الدوران من العلاقة:

$$E_f = I_f \cdot K_s \cdot \omega^2 \Rightarrow K_s = E_f / I_f \cdot \omega^2$$

حيث يتعين عزم عطالة الحذافة الحلقية حول محور الدوران من العلاقة:

$$I_f = m_f \cdot \rho^2 = \frac{W_f}{g} \rho^2$$

بالتعويض نحصل على عزم عطالة الحذافة الحلقية المستخدمة:

$$I_f = \frac{900}{9.81} (0.60)^2 = 33 \text{ kg.m}^2$$

بالتعويض في علاقة معامل تراوح السرعة لمحور الدوران نحصل على:

$$K_s = \frac{E_f}{I_f \cdot \omega^2} = \frac{11884}{33(41.888)^2} = 0.205 \approx 20\%$$



### المسألة الثالثة ( 15 درجة ):

في احتراق محرك احتراق داخلي وحدد الاستطاعة رباعي الشوط ( شوط القدرة - شوط الطرد - شوط السحب - شوط الضغط ) ، حيث يكون المرفق دورتين بالمحرك (  $4\pi$  ) لكل دورة عمل واحدة للمحرك ، ومن تحليل القوى لضغط الغاز خلال دورة المحرك ، متوسط مباشرة مع القوة ذات ، عزم مقاوم ثابت ، تم تعيين المنحني البياني لتغيرات العزم عند المرفق ، حيث كانت القدرة وتغيرات العزم ، المنحني البياني للرابعة على الشكل التالي :

السرعة موحدة خلال شوط القدرة بحيث يزداد العزم بشكل منتظم خلال زاوية من  $0$  إلى  $0.4\pi$  ليصل إلى قيمته العظمى (  $T_{max} = 8000 \text{ N.m}$  ) ، ويبقى ثابت خلال زاوية من  $0.4\pi$  إلى  $0.6\pi$  ، ثم يتناقص بانتظام لينعدم عند انتهاء الشوط  $\pi$  .

يعدم العزم خلال شوطي الطرد والسحب ، والنصف الأول من شوط الانضغاط من  $\pi$  إلى  $7\pi/2$  . تكون القدرة سالبة خلال النصف الثاني من شوط الانضغاط من  $7\pi/2$  إلى  $4\pi$  على شكل مثلث متساوي الساقين ، بحيث يكون العزم الأعظمي فيه (  $T_{min} = 2000 \text{ N.m}$  ) .

فإذا كانت السرعة الوسطية لدوران المحرك  $400 \text{ r.p.m}$  ، وكانت الحذافة المركبة حلقة وزنها  $900 \text{ N}$  ، ونصف قطر عدالتها  $60 \text{ cm}$  ، المطلوب :

6. رسم مخطط تغير العزم خلال دورة كاملة ، وإيجاد العزم الوسطي للمحرك .

7. تعيين الاستطاعة الوسطية للمحرك .

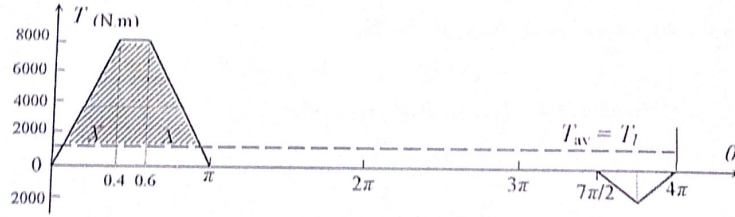
8. تعيين التراوح الأعظمي للقدرة على مخطط عزم الدوران خلال دورة كاملة للمحرك ، وحسب قيمته .

9. تعيين النسبة المئوية لمعامل تراوح القدرة .

10. تعيين النسبة المئوية لمعامل تراوح السرعة .

الحل :

1. يرسم مخطط تغير عزم المحرك خلال دورة عمل كاملة بالنسبة لزاوية دوران محور المحرك  $\theta$  ، وفق المعطيات كما يلي :



ت حسب قيمة العزم الوسطي  $(T_{av})_l$  للعزم المحرك من العلاقة :

$$(T_{av})_l = \frac{E}{\theta}$$

حيث  $\theta$  تمثل زاوية دورة عمل كاملة للمحرك ، وتساوي إلى :

$$\theta = 4\pi$$

و  $T_l$  تمثل القدرة الكلية خلال دورة عمل كاملة للمحرك ، وتساوي إلى المجموع الجبري للمساحات الموجبة والسالبة الواقعة حول خط العزم

$$:( T = 0 )$$

$$E = \frac{1}{2}(\pi + 0.2\pi)8000 - \frac{1}{2}0.5\pi \times 2000 = (2.4\pi - 0.25\pi)2000 = 4300\pi = 13509 \text{ N.m}$$

بالتعويض نحصل على العزم الوسطي للمحرك :

$$(T_{av})_l = 4300\pi / 4\pi = 1075 \text{ N.m}$$

الموضح على المخطط .



$$F_{c1} = M \cdot \omega_2^2 \cdot r_2 = 3(43,98)^2 \cdot 0,15 = 870,5 \text{ N} \quad \text{I}$$

$$P_2 = K_P (2r_2 - l)$$

$$870,5 = K_P (0,25 - l) \quad (2) \quad \text{I}$$

$$870,5 - 658 = K_P (0,25 - 0,15) \quad (1) \text{ في } (2)$$

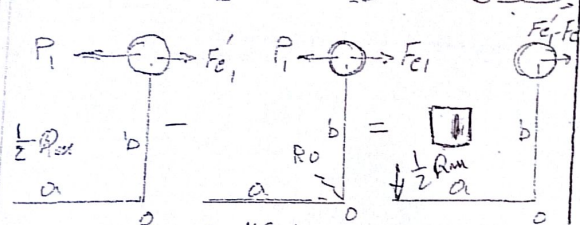
$$K_P = \frac{212,5}{0,1} = 4250 \text{ N/m} \quad \text{I}$$

$$\frac{658}{4250} = 0,25 - l \Rightarrow l = 0,25 - 0,155 = 0,095 \text{ m} \quad \text{I}$$

حسب  $R$  بعد التغير في العلاقة:

$$R = \frac{1}{2} R_m$$

نرى ان القوة الانبعاثية المتغيرة مع الجهد في علاقة زائدة السرعة  
في حين ان سرعة الدوارة الثابتة عند:



نلاحظ زيادة السرعة  
نلاحظ زيادة القوة

$$\frac{1}{2} R_m \cdot a = (F_{c1}' - F_{c1}) \cdot b \quad \text{I}$$

$$Q = \frac{b}{a} (F_{c1}' - F_{c1})$$

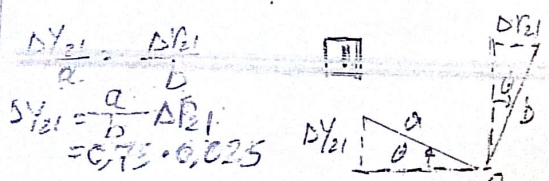
$$F_{c1}' = M \cdot \omega_2^2 \cdot r_1 = 3(43,98)^2 \cdot 0,125 = 725,4 \text{ N} \quad \text{I}$$

$$Q = \frac{725,4 - 658}{0,1} = 89,85 \text{ N} \quad \text{I}$$

اما في قوة التغير فتعطى بالعلاقة:

$$F = R \cdot \Delta y_{21}$$

نلاحظ انتقال الجهد وتغير في دوران الدوارة الثابتة:



$$\Delta y_{21} = \frac{a}{b} \Delta F_{21} = 0,75 \cdot 0,025$$

$$F = 89,85 \cdot 0,0075 = 1,68 \text{ N.m} \quad \text{I}$$

$$\omega_2 = 13 \text{ rad/s}$$

$$F_{c1} = M \cdot \omega_2^2 \cdot r_1 = 3(13)^2 \cdot 0,125 = 65,8 \text{ N} \quad \text{I}$$

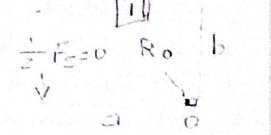
$$P_2 = K_P (2r_2 - l)$$

$$65,8 = K_P (0,25 - l) \quad (2) \quad \text{I}$$

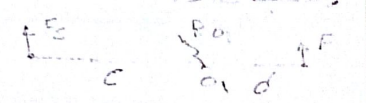
$$65,8 - 658 = K_P (0,25 - 0,15) \quad (1) \text{ في } (2)$$

$$K_P = \frac{212,5}{0,1} = 4250 \text{ N/m} \quad \text{I}$$

$$(c - P) \cdot b = \frac{1}{2} F_s \quad \text{I}$$



نرى ان القوة المؤثرة مع الجهد  
في حين ان سرعة الدوارة الثابتة عند:



$$F_c = \frac{d}{e} F$$

نلاحظ ان القوة المؤثرة مع الجهد

$$F = \frac{d}{e} \cdot \Delta P_F = 0$$

$$F_c = 0$$

نلاحظ ان القوة المؤثرة مع الجهد

$$F_c = P$$

$$\omega_1 = \frac{2\pi \cdot 60}{60} = 41,89 \text{ rad/s} \quad \text{I}$$

$$F_{c1} = P_1$$

عند القوة المؤثرة مع الجهد

$$F_{c1} = M \cdot \omega_1^2 \cdot r_1 = 3(41,89)^2 \cdot 0,125 = 65,8 \text{ N} \quad \text{I}$$

$$P_1 = K_P (2r_1 - l)$$

$$65,8 = K_P (0,25 - l) \quad (1) \quad \text{I}$$

$$65,8 - 658 = K_P (0,25 - 0,15) \quad (2) \quad \text{I}$$

$$\omega_2 = \frac{2\pi \cdot 60}{60} = 43,98 \text{ rad/s} \quad \text{I}$$

$$F_{c2} = P_2$$



3- أوجد من السرعة الزاوية للوصلة 4 :

$$\omega_4 = \omega_2(12-24)/(14-24) = 10 \times 10/1 = 25 \text{ rad/sec}$$

4- أوجد من ذلك عدد المفاصل B :

$$(V_r)_B = (\omega_4 + \omega_3)r = (25.2172) \times 5 = 162 \text{ mm/sec}$$

7- من معادلة العزم حول  $O_4$  ينتج أن :

$$F_{34}^t \cdot O_4B = T_{41}^m \rightarrow F_{41}^t = 40.8 \text{ N}$$

من معادلة العزم حول A ينتج أن :

$$F_{43}^m \cdot c + F_{43}^t \cdot b = F_{41}^m \cdot a \rightarrow F_{41}^m = 180 \text{ N}$$

حيث لدينا من المخطط الحركي :

$$a = 3.5 \text{ cm}, \quad b = 2 \text{ cm}, \quad c = 3.11 \text{ cm}$$

ومن مصلع توازن القوى للوصلة 4 ، ينتج أن :

$$F_{14} = 185 \text{ N}$$

ومن مصلع توازن القوى للوصلة 3 ، ينتج أن :

$$F_{23} = 147 \text{ N}$$

ومن توازن الوصلة 2 ، ينتج أن :

$$F_{12} = F_{32} = 147 \text{ N}$$

8- ومن علاقة العزم حول  $O_2$  ، نحصل على العزم الديناميكي اللازم للحفاظ على توازن التركيبة :

$$T_2^d = F_{12} \cdot h = 147 \times 4.8 \times 5/100 = 35.28 \text{ N.m}$$

9- تحدد قوة الارتجاج من المجموع الشعاعي لقوى عطالة الوصلات :

$$F_s = F_{31}^m = 176.4 \text{ N}$$

$$F_{21}^m = F_{41}^m = 0$$

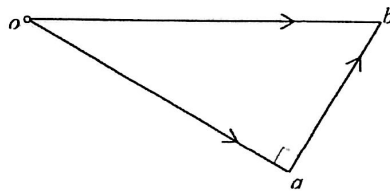
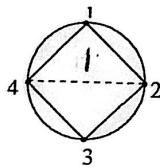
حيث :

أما موقع خط تأثير قوة الارتجاج فيحدد من الشكل على أنه نفس موقع خط تأثير  $F_{31}^m$  بالنسبة لـ  $O_2$  :

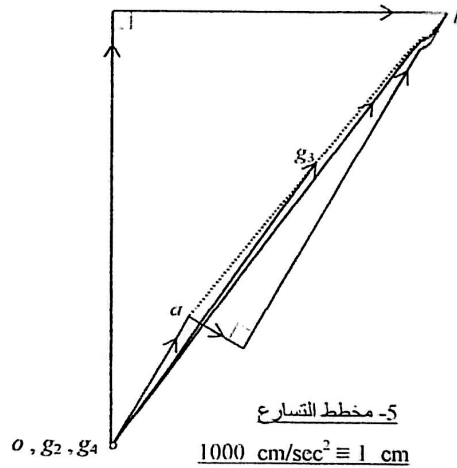
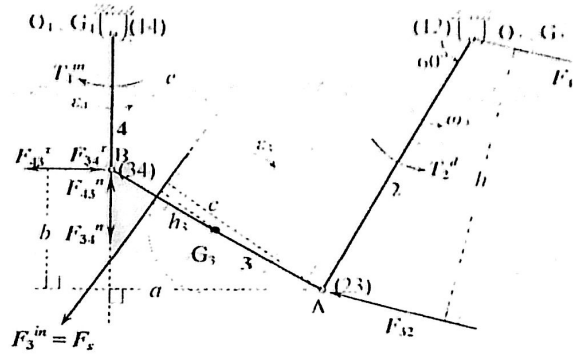
$$e = 2.2 \times 5 = 11 \text{ cm}$$

(24)

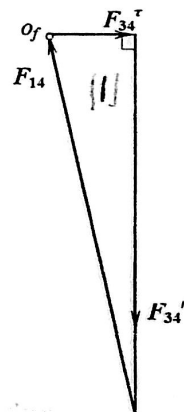
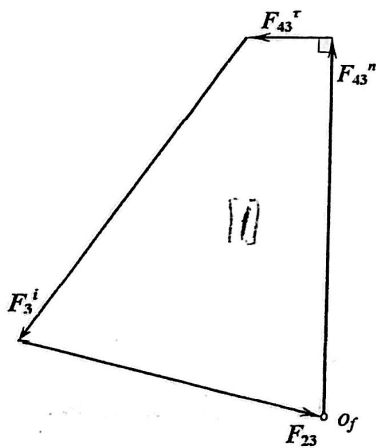
1- المخطط الحركي 1:5  
بالقياس ينتج:  $O_4B = 11.5 \text{ cm}$   
 $AB = 20.25 \text{ cm}$



2- مخطط السرعة  
 $50 \text{ cm/sec} \equiv 1 \text{ cm}$



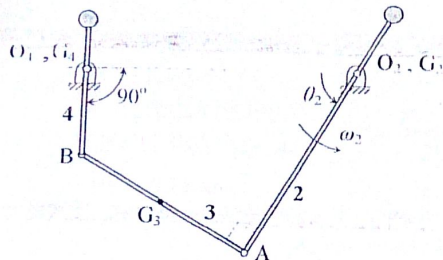
5- مخطط التسارع  
 $1000 \text{ cm/sec}^2 \equiv 1 \text{ cm}$



مخططات القوى

$30 \text{ N} \equiv 1 \text{ cm}$





### السؤال الأولي ( 27 درجة ) :

المرفق O<sub>2</sub>/A حول المفصل الثابت O<sub>2</sub> في التركيبة  
رسم السندان الموضحة في الشكل، باتجاه عكس حركة عقارب  
الساعة

سرعة زاوية ثابتة قدرها  $(\omega_2 = 10 \text{ rad/sec})$ ، المطلوب :

تحليل قوى العطالة وتعيين العزم الديناميكي  $T_2^d$  اللازم تطبيقه

على المرفق 2 ، حتى تنترن التركيبة عند الوضع  $(\theta_2 = 60^\circ)$  ،

وذلك بإتباع الخطوات التالية :

1. رسم المخطط الحركي ، باستخدام مقياس الرسم  $(5 \text{ cm} \equiv 1 \text{ cm})$  .
2. دراسة السرعة بطريقة مخطط السرعة ، باستخدام مقياس الرسم  $(50 \text{ cm/sec} \equiv 1 \text{ cm})$  .
3. التأكد من السرعة الزاوية للوصلة 4 ، باستخدام مفهوم المراكز اللحظية .
4. إيجاد سرعة التحاك عند المفصل B ، علماً أن قطر وتد الربط المستخدم 10 mm .
5. دراسة التسارع بطريقة مخطط التسارع ، باستخدام مقياس الرسم  $(1000 \text{ cm/sec}^2 \equiv 1 \text{ cm})$  .
6. تحديد قوى العطالة على المخطط الحركي .
7. تعيين القوى المنقولة عبر وصلات التركيبة بالانتقال من وصلة إلى وصلة باستخدام مقياس الرسم  $(30 \text{ N} \equiv 1 \text{ cm})$  .
8. تعيين العزم الديناميكي  $T_2^d$  اللازم للحفاظ على توازن التركيبة .
9. تعيين قوة الارتجاج  $F_S$  ، وتحديد موقع خط تأثيرها عن المفصل الثابت O<sub>2</sub> .

علماً :

أن الوصلتين 2 و 4 موازتان بحيث مركزا كتلتيهما G<sub>2</sub> و G<sub>4</sub> منطبقان على O<sub>2</sub> و O<sub>4</sub> على الترتيب، والوصلة 3 متجانسة،

وأن :  $W_2 = 40 \text{ N}$  ،  $W_3 = 30 \text{ N}$  ،  $W_4 = 20 \text{ N}$  ،  $O_2A = 25 \text{ cm}$  ،  $O_2O_4 = 30 \text{ cm}$

$I_{G2} = 0.06 \text{ kg.m}^2$  ،  $I_{G3} = 0.03 \text{ kg.m}^2$  ،  $I_{G4} = 0.01 \text{ kg.m}^2$

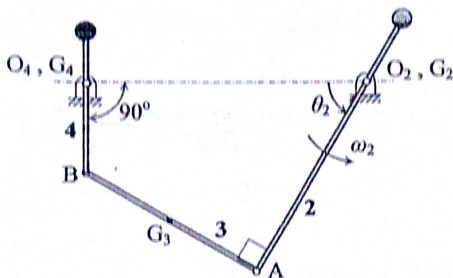
الحل :

2	2	2	3	0.5	1	0.5	4
$\omega \text{ rad/sec}$	$V \text{ cm/sec}$	$\varepsilon \text{ rad/sec}^2$	$A \text{ cm/s}^2$	$F^{in} \text{ N}$	$T^{in} \text{ N.m}$	$h \text{ cm}$	$F \text{ N}$
$\omega_2 = 10$ ↗	$V_A = 250$	$\varepsilon_2 = 0$	$A_A^n = 2500$	$F_2^{in} = 0$	$T_2^{in} = 0$	$h_2 = 0$	$F_{34}^r = 40.8$
$\omega_3 = 7.23$ ↘	$V_B = 290$	$\varepsilon_3 = 323.4$ ↘	$A_B^n = 7310$	$F_3^{in} = 176.4$	$T_3^{in} = 9.7$ ↗	$h_3 = 5.5$	$F_{43}^n = 180$
$\omega_4 = 25.21$ ↗		$\varepsilon_4 = 469.5$ ↗	$A_{BA}^n = 1060$	$F_4^{in} = 0$	$T_4^{in} = 4.7$ ↘	$h_4 = \infty$	$F_{14} = 185$
			$A_B = 9088$				$F_{23} = 147$
			$A_{G3} = 5768$				
			$A_{G2} = A_{G4} = 0$				



الاسم : الجمهورية العربية السورية  
المقر : جامعة دمشق  
السنة : الثالثة (عام + تصميم + أليات)  
الكلية : كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية

المسألة الأولى ( 27 درجة ) :



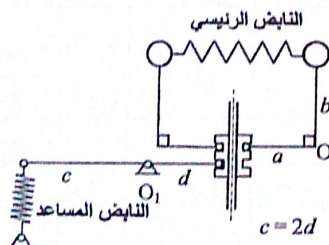
يدور المرفق  $O_2A$  حول المفصل الثابت  $O_2$  في الترتيبة رباعية القضبان الموضحة في الشكل، باتجاه عكس حركة عقارب الساعة بسرعة زاوية ثابتة قدرها  $(\omega_2 = 10 \text{ rad/sec})$ ، المطلوب:

تحليل قوى العطالة وتعيين العزم الديناميكي  $T_2^d$  اللازم تطبيقه على المرفق 2 حتى تترنن الترتيبة عند الوضع  $(\theta_2 = 60^\circ)$ ، وذلك باتباع الخطوات التالية:

1. رسم المخطط الحركي ، باستخدام مقياس الرسم (  $1 \text{ cm} \equiv 5 \text{ cm}$  ).
  2. دراسة السرعة بطريقة مخطط السرعة ، باستخدام مقياس الرسم (  $1 \text{ cm} \equiv 50 \text{ cm/sec}$  ).
  3. التأكد من السرعة الزاوية للوصلة 4 ، باستخدام مفهوم المراكز اللحظية.
  4. إيجاد سرعة التحاك عند المفصل B ، علماً أن قطر وتد الربط المستخدم  $10 \text{ mm}$  .
  5. دراسة التسارع بطريقة مخطط التسارع ، باستخدام مقياس الرسم (  $1 \text{ cm} \equiv 1000 \text{ cm/sec}^2$  ).
  6. تحديد قوى العطالة على المخطط الحركي.
  7. تعيين القوى المنقولة عبر وصلات التركيبة بالانتقال من وصلة إلى وصلة باستخدام مقياس الرسم (  $1 \text{ cm} \equiv 30 \text{ N}$  ).
  8. تعيين العزم الديناميكي  $T_2^d$  اللازم للحفاظ على توازن التركيبة.
  9. تعيين قوة الارتجاج  $F_S$  ، وتحديد موقع خط تأثيرها عن المفصل الثابت  $O_2$  .
- علماً أن: الوصلتين 2 و 4 موازتان بحيث مركزا كتلتهما  $G_2$  و  $G_4$  منطبقان على  $O_2$  و  $O_4$  على الترتيب، والوصلة 3 متجانسة،
- وأن:  $W_2 = 40 \text{ N}$  ،  $W_3 = 30 \text{ N}$  ،  $W_4 = 20 \text{ N}$  ،  $O_2A = 25 \text{ cm}$  ،  $O_2O_4 = 30 \text{ cm}$

$W_2 = 40 \text{ N}$  ,  $W_3 = 30 \text{ N}$  ,  $W_4 = 20 \text{ N}$  ,  $O_2A = 25 \text{ cm}$  ,  $O_2O_4 = 30 \text{ cm}$  : وأن  
 $I_{G2} = 0.06 \text{ kg.m}^2$  ,  $I_{G3} = 0.03 \text{ kg.m}^2$  ,  $I_{G4} = 0.01 \text{ kg.m}^2$

**المسألة الثانية ( 13 درجة ):**



يتصف منظم ويلسون - هارتزل الموضح في الشكل بأن:

مجال سرعات عمله (400 - 420 r.p.m) عند نصفَي القطرين الحديين (125 - 150 mm)،  
والوصلة المرفقية له قائمة الزاوية طول ضلعها المتصل بالجلبة يساوي إلى (  $a = 75 \text{ mm}$  )،  
وطول ضلعها المتصل بالكرة يساوي إلى (  $b = 100 \text{ mm}$  )،  
الذي يكون شاقولياً عندما يدور محوره بسرعة 400 r.p.m ،  
بكتلة كل من كرتيه 3 kg .

إذا فرض عدم وجود النابض المساعد، المطلوب بعد إهمال تأثير وزن الكرات وقوى الاحتكاك وميل الأذرع ما يلي:

1. تعيين كل من عامل صلابة النابض المكافئ للنابضين الرئيسيين، والطول الحر اللازم له.
2. تعيين جهد المنظم وقدرته الناتجة من التغير الفجائي للسرعة بين القيمتين المذكورتين أعلاه.