



Öğrenci No :
İsim Soyisim :

Sınav Süresi:100 dakikadır.

Formüller:

$$F = \lambda(l - j - 1) + \sum_{i=1}^j f_i$$

$$A \cos \theta + B \sin \theta = C; \sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1; e^{\pm i\theta} = \cos \theta \pm i \sin \theta$$

$$\tan(\theta/2) = t; \sin \theta = \frac{2t}{1+t^2}; \cos \theta = \frac{1-t^2}{1+t^2}; t_{1,2} = \frac{B \pm \sqrt{A^2 + B^2 - C^2}}{(A+C)}$$

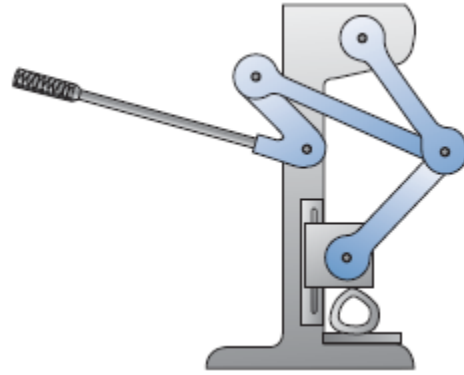
$$\cos(\alpha \mp \beta) = \cos \alpha \cos \beta \pm \sin \alpha \sin \beta; \sin(\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cos \beta \pm \cos \alpha \sin \beta$$

$$R_{ij} = \frac{n_{1j}}{n_{1i}} = (-1)^k \frac{\text{Tahrik Eden Dişlilerin Diş Sayıları Çarpımı}}{\text{Tahrik Edilen Dişlilerin Diş Sayıları Çarpımı}}; \pm \frac{r_i}{r_j} = \frac{(\omega_{1j} - \omega_{1k})}{(\omega_{1i} - \omega_{1k})}$$

SORULAR

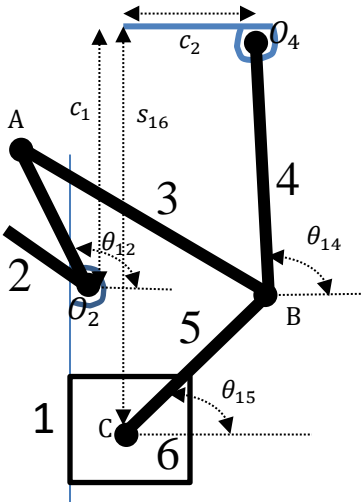
Soru 1:

- $F = \lambda(l - j - 1) + \sum_{i=1}^j f_i$ denklemindeki parametrelerin anlamını ifade ediniz.
- Yandaki sistemi, kinematik analiz için basit formda yeniden çiziniz. Üzerinde uzuvları numaralandırarak, sistemin sabit parametrelerini, bağımsız mafsal değişkenlerini uzuv numaralarına uygun olarak yerleştiriniz.
- Yandaki mekanizmanın serbestlik derecesine karar veriniz.



Çözüm 1:

λ : Uzay serbestlik derecesi; l : Uzuv sayısı; j : Mafsal sayısı; f_i : Mafsal serbestlik derecesi



$$\lambda = 3; l = 6;$$

$j_R = 6$ çünkü 3,4 ve 5'ibaglayan 2 sayılır.

$$j_P = 1$$

$$\sum_{i=1}^j f_i = 7$$

$$F = \lambda(l - j - 1) + \sum_{i=1}^j f_i = 1$$

Öğrenci No :
İsim Soyisim :

Soru 2: Yanda şematik olarak gösterilen dişli beş çubuk mekanizması için

- Vektör kapalılık denklemini yazınız.
- Vektör kapalılık denklemini kompleks sayılarla ifade ediniz.
- Kompleks sayılarla ifade ettiğiniz denklemleri skaler formda yazınız.
- P noktasının konum ifadesini O_2 noktasından başlayarak yazınız.
- Aşağıdaki denklemleri çözerek θ açısını bulunuz

$$2\cos\theta + 3.08\sin\theta = 3.67$$

Çözüm 2:

$$O_2A + AB = O_2O_5 + O_5C + CB$$

$$a_2e^{i\theta_2} + a_{31}e^{i\theta_3} = c_1 + a_5e^{i\theta_5} + a_4e^{i\theta_4}$$

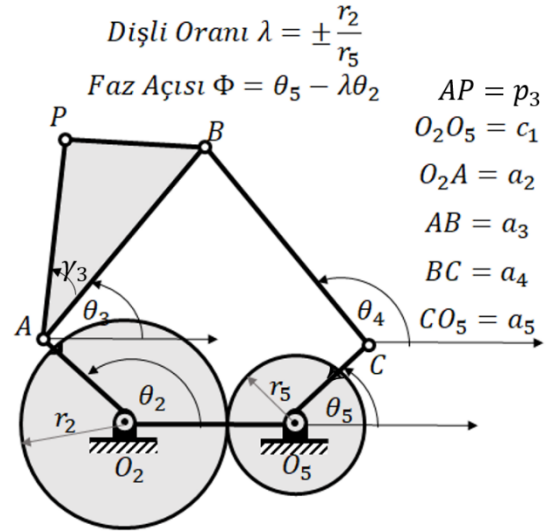
$$a_2\cos\theta_2 + a_{31}\cos\theta_3 = c_1 + a_5\cos\theta_5 + a_4\cos\theta_4$$

$$a_2\sin\theta_2 + a_{31}\sin\theta_3 = a_5\sin\theta_5 + a_4\sin\theta_4$$

$$r_p = a_2e^{i\theta_2} + a_{32}e^{i(\theta_3+\gamma_3)}$$

$$t_{1,2} = \frac{B \pm \sqrt{A^2 + B^2 - C^2}}{(A + C)} = \frac{3.08 \pm \sqrt{2^2 + 3.08^2 - 3.67^2}}{5.67} = \frac{3.08 \pm 0.13228}{5.67}$$

$$\theta = 55 \text{ yada } 60 \text{ derece}$$



Soru 3: Bir mekanizmanın devre kapalılık denklemleri skaler formda aşağıdaki gibi elde edilmiştir.

$$b_1 + s_{23}\sin\theta_{12} + b_3 \sin(\theta_{12} + \gamma_3) = s_{14}$$

$$s_{23}\cos\theta_{12} + b_3 \cos(\theta_{12} + \gamma_3) = -c_1$$

denklemlerde b_1, b_3 ve c_1 sabit uzun boyutlarını γ_3 sabit uzun açısını göstermektedir. $b_3 = 0.1 \text{ m}$ ve $\gamma_3 = 15^\circ$ dir. Mekanizmanın giriş uzvunun hızı sabit $v = \dot{s}_{14} = 0.05 \text{ m/s}$ ise $s_{23} = 0.4 \text{ m}$ ve $\theta_{12} = 60^\circ$ iken;

- diğer uzuvların hızlarını (\dot{s}_{23} ve $\dot{\theta}_{12}$) bulunuz, hız etki katsayılarını giriş uzvunun hızı na (\dot{s}_{14}) göre belirleyiniz.
- $\ddot{\theta}_{12}$ ivmesini bulunuz.

Çözüm 3:

$$\dot{s}_{23}\sin\theta_{12} + \dot{\theta}_{12}s_{23}\cos\theta_{12} + b_3\dot{\theta}_{12}\cos(\theta_{12} + \gamma_3) = \dot{s}_{14}$$

$$\dot{s}_{23}\cos\theta_{12} - \dot{\theta}_{12}s_{23}\sin\theta_{12} - \dot{\theta}_{12}b_3\sin(\theta_{12} + \gamma_3) = 0$$

$$\begin{bmatrix} \sin\theta_{12} & s_{23}\cos\theta_{12} + b_3\cos(\theta_{12} + \gamma_3) \\ \cos\theta_{12} & -s_{23}\sin\theta_{12} - b_3\sin(\theta_{12} + \gamma_3) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{s}_{23} \\ \dot{\theta}_{12} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{s}_{14} \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \dot{s}_{23} \\ \dot{\theta}_{12} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.044 \text{ m/s} \\ 0.05 \text{ rad/s} \end{bmatrix}$$

$$\dot{s}_{23} = -\frac{\begin{vmatrix} \dot{s}_{14} & s_{23}\cos\theta_{12} + b_3\cos(\theta_{12} + \gamma_3) \\ 0 & -s_{23}\sin\theta_{12} - b_3\sin(\theta_{12} + \gamma_3) \end{vmatrix}}{s_{23} + b_3\cos\gamma_3} = \frac{s_{23}\sin\theta_{12} + b_3\sin(\theta_{12} + \gamma_3)}{s_{23} + b_3\cos\gamma_3} \dot{s}_{14}$$

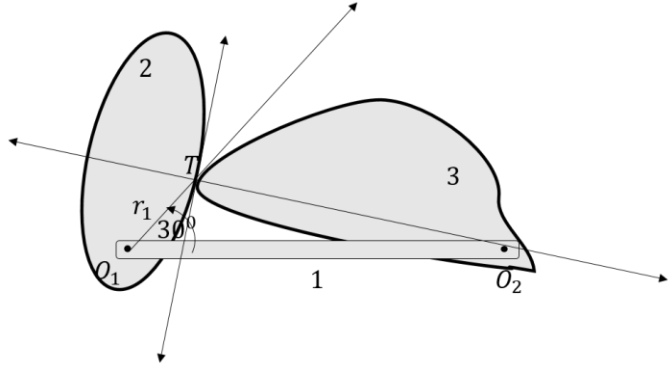
Öğrenci No :
İsim Soyisim :

$$\dot{\theta}_{12} = -\frac{\begin{vmatrix} \sin\theta_{12} & \dot{s}_{14} \\ \cos\theta_{12} & 0 \end{vmatrix}}{s_{23} + b_3 \cos\gamma_3} = \frac{\cos\theta_{12}}{s_{23} + b_3 \cos\gamma_3} \dot{s}_{14}$$

$$\ddot{\theta}_{12} = \frac{-\dot{\theta}_{12} \sin\theta_{12} (s_{23} + b_3 \cos\gamma_3) - \dot{s}_{23} \cos\theta_{12}}{(s_{23} + b_3 \cos\gamma_3)^2} \dot{s}_{14} = -0.00891 \text{ rad/s}^2$$

Soru 4: Yanda bir kam mekanizması gösterilmektedir.

- Kam mekanizmaları ne amaçla kullanılır.
- Yandaki şekilde gösterilen pozisyonda, 2 uzuv numaralı kamın merkezi, 2 ve 3 uzuv numaralı kamların arasında oluşan temas noktası T 'ye $r_1 = 0.2 \text{ m}$ uzaklıkta ve görünen anda yatay pozisyonda olan $l_1 = 1 \text{ m}$ uzunluğundaki bağlantı çubuğuyla 30° 'lik açı yapmaktadır. 2 uzuv numaralı kamın T noktasındaki teğetsel hızı $v = 5 \text{ m/s}$ olarak ölçüldüğüne göre 3 uzuv numaralı kamın açısal hızını ani dönme merkezi yöntemi ile bulunuz.



Çözüm 4:

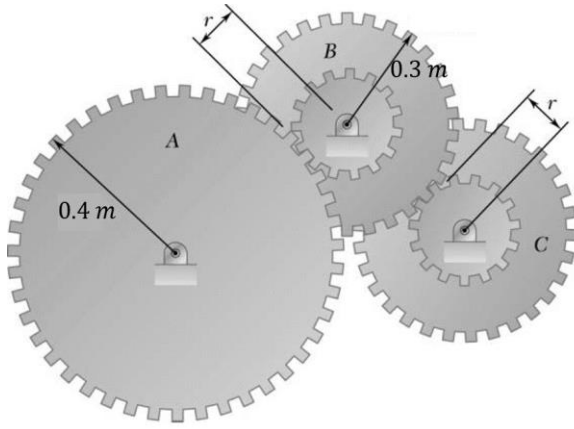
Kam mekanizmaları, özellikle beklemeli hareket olmak üzere istenen hareket profilini elde etmek amacıyla kullanılır.

$$O_2T = \sqrt{r_1^2 + l_1^2 - 2r_1l_1\cos\theta} = 0.83$$
$$\omega_3 = \frac{v}{O_2T} = \frac{5}{0.83} = 6 \text{ rad/s}$$

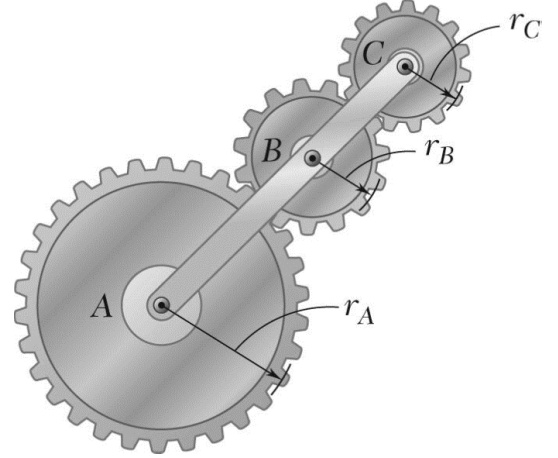
Soru 5:

- Şekil (a)'da gösterilen dişli sistemi mekanik saatin basitleştirilmiş bir formudur. A dişlisi saatte bir devir yaparken, C dişlisi dakikada 1 devir yapmaktadır. Küçük dişlilerin yarı çapını (r) belirleyiniz.
- Şekil (b)'de gösterilen dişli sisteminde dişlilerin yarıçapları sırasıyla $r_A = 0.45 \text{ m}$, $r_B = 0.25 \text{ m}$ ve $r_C = 0.2 \text{ m}$ olan 3 dişli bir kol ile merkezlerinden birbirlerine bağlanmıştır. A dişlisi yere sabit olup dönmemekte diğer dişliler onun etrafında dönmektedir. Kolun açısal hızı saatin tersi yönde 10 rad/s ise B ve C dişlilerin açısal hızını ve dönme yönlerini belirleyiniz.

Öğrenci No :
İsim Soyisim :



(a)



(b)

Çözüm 5:

$$\frac{\omega_A}{\omega_B} = \frac{r}{0.4}; \frac{\omega_B}{\omega_C} = \frac{r}{0.3}; \frac{\omega_A}{\omega_C} = \frac{r^2}{0.4 * 0.3} = \frac{1}{60} \Rightarrow r = 0.0447$$

$$\frac{\omega_A - \omega_K}{\omega_B - \omega_K} = -\frac{r_B}{r_A}; \frac{\omega_B - \omega_K}{\omega_C - \omega_K} = -\frac{r_C}{r_B}$$
$$\Rightarrow \frac{\omega_A - \omega_K}{\omega_C - \omega_K} = +\frac{r_C}{r_A} \Rightarrow -22.5 = \omega_C - 10 \Rightarrow \omega_C = -12.5 \text{ rad/s}$$
$$\frac{\omega_B - \omega_K}{\omega_C - \omega_K} = -\frac{r_C}{r_B} \Rightarrow \omega_B - 10 = 18 \Rightarrow \omega_B = 28 \text{ rad/s}$$

Soru 6: Aşağıda verilen Freudenstein denkleminde

$$K_1 \cos \theta_{14} - K_2 \cos \theta_{12} + K_3 = \cos(\theta_{14} - \theta_{12})$$

K parametreleri, uzuv boyutları cinsinden aşağıdaki gibi verilmektedir.

$$K_1 = \frac{r_1}{r_2}, K_2 = \frac{r_1}{r_4} \text{ ve } K_3 = \frac{r_1^2 + r_2^2 - r_3^2 + r_4^2}{2r_2r_4}$$

Bir dört çubuk mekanizmasında, çıkış kolunun, giriş kolunun açısal hızının değişimine bağlı bir fonksiyonu gerçekleştirmesi için

- Uzuv boyutlarının belirlenmesi için işlem adımlarını sıralayınız.
- Uzuv boyutlarını belirlemek için kullanılan sağlama noktalarının optimum seçimine ilişkin bildiğiniz yöntemleri yazınız.

Çözüm 6:

Çözüm adımları:

Üç adet bilinmeyen K_i için 3 adet sağlama noktası çifti bulunması gereklidir.

Bu üç sağlama noktası değerleri **Freudenstein denkleminde** yerine yazılıp, elde edilen 3 denklemden K'lar çözülür.

Bulunan K'lar kullanarak boyutlar bulunur.

Sağlama noktalarının optimum seçimi için Çebishev sağlama noktaları bulma yöntemi ve en küçük kareler yöntemi kullanılabilir.