



MEM332-MAKİNE DİNAMIĞI-BÜTÜNLEME SINAVI

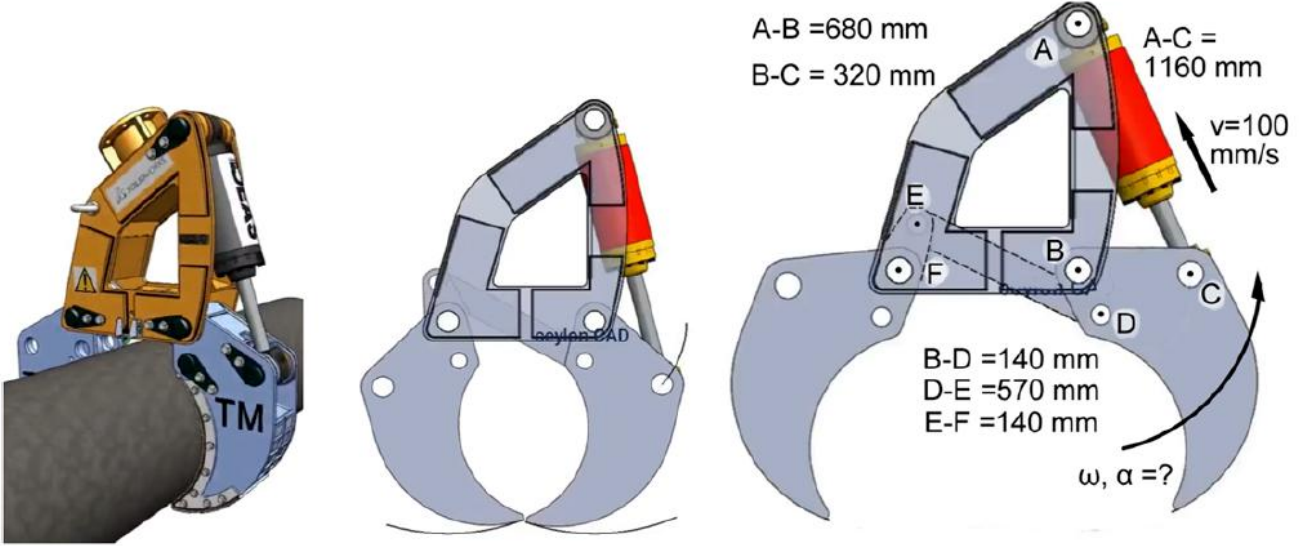
Sınav: BÜTÜNLEME SINAVI, Tarih: 19.06.2026, Süre: 90 dk., Öğr.Elm: Prof.Dr. İbrahim ÇAYIROĞLU
Sınav kağıtlarınızı saklayın. Birinizdeki hata diğerinde çıkarsa ikisi de kopya olur. Hız, ivme ve değişken tablolarını net olarak gösterin. Vektörel poligonu çizin okların yönü ve açılarına dikkat edin. Çözümleri anlaşılır yapın. Anlaşılmayan soruları yapsanız bile düşük puan alırsınız. Sonuçlardan daha çok gidişat ve kurduğunuz mantık önemlidir.

SORULAR

1) Boru Kaldırma Kafası

(PÇ2)
(70 P)

Şekildeki gibi boruları kaldırmak için kullanılan bir Vinç kafasının fotoğrafı en son resimde çekilmiştir. Fotoğrafın çekildiği esnada Pistonun hızı 100 mm/sn dir. Bu esnada kolların açılma hızı ve ivmesi ne olur?



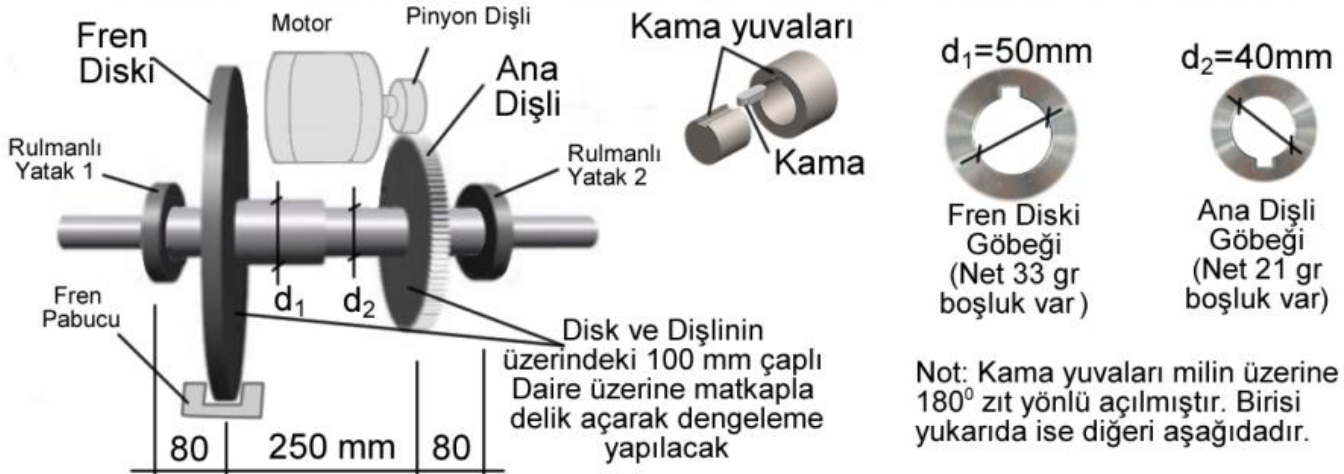
2) Kama Yuvası Dengesizliği

(PÇ2)
(30 P)

Aşağıdaki resimde gösterildiği şekilde bir Asansör sisteminin mili üzerinde bir dişli ve bir tane de fren diski bulunmaktadır. Disk ve Dişliyi milin üzerine bağlarken boşta dönmemesi için Kama kullanılmıştır. Kama yuvası hem milin üzerine hemde Disk ve dişlinin göbek üzerine açılmıştır. Tüm parçalar ilk üretildiğinde kontrol edilmiş, hepsinin dengeli olduğu görülmüştür. Fakat montaj yapıp belli bir devire gelince titreşim olduğu gözlemlenmiş. Bunun sebebinin açılan kama yuvası boşlukları ile eklenen kamalardan kaynaklandığı düşünülmüştür. Geometriden hesaplama yapılarak açılan boşluk ve eklenen kama kütleleri şu şekildedir.

Disk ve mil üzerinde açılan kama boşlukları 78 gr, eklenen kama 45 gr dolayısı ile 33 gr boşluk dengesizlik oluşturmaktadır. Dişli ve mil üzerinde açılan kama boşlukları 53 gr, eklenen kama 32 grdır. Dolayısı ile 21 gr lık bir boşluk dengesizlik oluşturmaktadır. Mil üzerine açılan kama yuvaları dengesizliği daha da azaltmak için birbirine 180° zıt yönde açılmıştır. Biri yukarı bakarken diğeri aşağı bakmaktadır.

Dengeleme işlemleri Disk ve Dişlinin üzerinde delik açarak yapılacaktır. Açılacak deliklerin yerleri 100 mm çaplı bir daire üzerine olacaktır. Buna göre disk ve dişlinin üzerine hangi açıda kaç gr lık boşluk oluşturacak delik açılmalıdır, bulun. (Devir vs gerekiyorsa kendiniz alın).

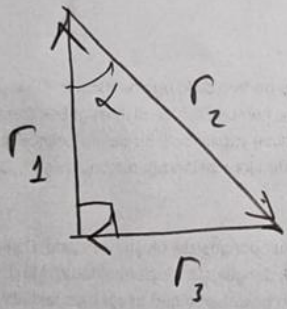
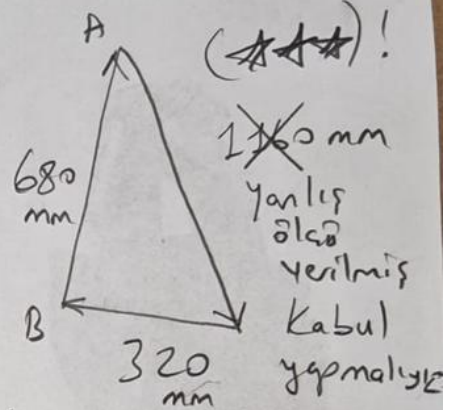
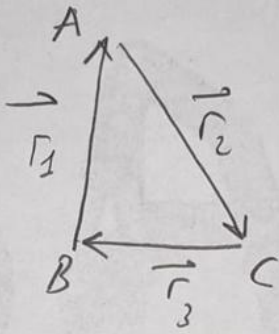
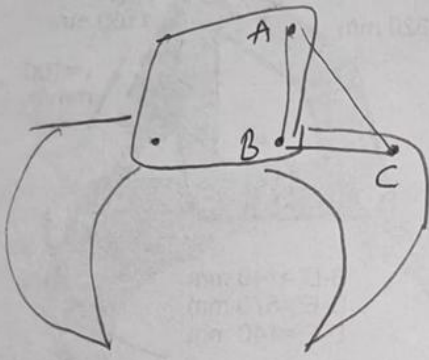


Not: Kama yuvaları milin üzerine 180° zıt yönlü açılmıştır. Birisi yukarıda ise diğeri aşağıdadır.

GÖZÜMLER

1

- ① Hareket eden kollar BC ve AC noktaları arasındır. Bu kolların bağlantı olduğu sabit gövde ise AB arasındır. Dolayısıyla bu noktalar arasında üçgen bir poligonu oluşturmamız.



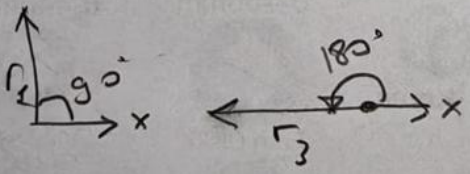
$$r_2 = \sqrt{r_1^2 + r_3^2}$$

$$r_2 = \sqrt{680^2 + 320^2}$$

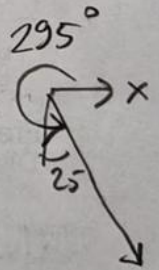
$$r_2 = 751 \text{ mm.}$$

B noktasının olduğu köşe 90° yakın parçadık. Bu açıyı kabul edelim ona göre konum tablosunu bulalım.

Azılar.



$$\tan \alpha = \frac{320}{680} \Rightarrow \alpha = 25^\circ$$



A) Konum denklemleri ve konum tablosu

$$\vec{r}_1 + \vec{r}_2 + \vec{r}_3 = 0$$

$$r_1 \vec{u}(\theta_1) + r_2 \vec{u}(\theta_2) + r_3 \vec{u}(\theta_3) = 0$$

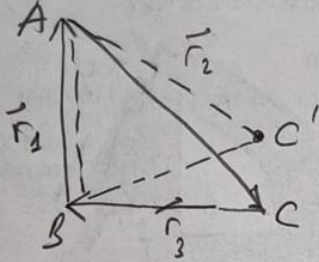
Konum denklemleri

	$\vec{r}_1$	$\vec{r}_2$	$\vec{r}_3$
r	680 mm	751 mm	320 mm
θ	90°	295°	180°

Konum tablosu.

B) Hız denklemleri ve hız tablosu.

Konum denklemlerinin zamanı göre bir kez daha türevini alırsak hız denklemlerini bulabiliriz. Türev alabilmekle konumu değişen değışkenleri bulmalıyız. Bu işlemlerin 2 tane Fotoğraf çekerek hangi vektörlerin değıştiğini görebiliriz.



	$\vec{r}_1$	$\vec{r}_2$	$\vec{r}_3$
r	S	D	S
θ	S	D	D

$$\frac{r_1}{S} \frac{d}{dt} \vec{r}_1 + \frac{r_2}{D} \frac{d}{dt} \vec{r}_2 + \frac{r_3}{S} \frac{d}{dt} \vec{r}_3 = 0$$

$$0 + \left[\dot{r}_2 \vec{r}_2 + r_2 \dot{\theta}_2 \vec{r}(\theta_2) \right] + r_3 \cdot \dot{\theta}_3 \vec{r}(\theta_3) = 0$$

Hız denklemleri

Hız tablosu

	$\vec{r}_1$	$\vec{r}_2$	$\vec{r}_3$
$\dot{r}$	0	-100 mm/s	0
$\dot{\theta}$	0	$\dot{\theta}_2 = ?$	$\dot{\theta}_3 = ?$

Not: Pistonun boyu kırsaldığı için hızı -100 mm/s aldık

$$\dot{r}_2 \vec{r}_2 + r_2 \dot{\theta}_2 \vec{r}(\theta_2) + r_3 \dot{\theta}_3 \vec{r}(\theta_3) = 0$$

-100 mm/s ? ?

$\dot{\theta}_3$ nin olduğu tarafı yok edelim. Bunun için denklemleri $\vec{r}(\theta_3)$ ile çarpalım.

$$\cancel{\vec{r}(\theta_3)} \left[\dot{r}_2 \vec{r}_2 \cdot \vec{r}(\theta_3) + r_2 \dot{\theta}_2 \vec{r}(\theta_2) \cdot \vec{r}(\theta_3) + r_3 \dot{\theta}_3 \vec{r}(\theta_3) \cdot \vec{r}(\theta_3) \right] = 0$$

$\cos(\theta_2 - \theta_3)$? $\sin(\theta_3 - \theta_2)$ 0

$$\dot{\theta}_2 = \omega_2 = \frac{-\dot{r}_2 \cos(\theta_2 - \theta_3)}{r_2 \sin(\theta_3 - \theta_2)} = \frac{-(-100 \text{ mm/s}) \cdot \cos(295^\circ - 180^\circ)}{751 \text{ mm} \cdot \sin(180^\circ - 295^\circ)}$$

$$\dot{\theta}_2 = 0,062 \text{ rad/sn.}$$

-3,5 derece/sn.

Pozitif çıktı, işin saatin tersi yönde dönüyor.



2 nolu euböl saatin tersi yönde dönüyor.

$\dot{\theta}_2$ yi yok edelim.

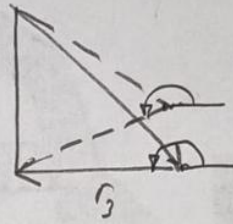
13

$$\vec{m}(\theta_2) / \underbrace{\dot{r}_2 \vec{m}(\theta_2) \vec{m}(\theta_2)}_1 + \underbrace{r_2 \dot{\theta}_2 \vec{r}(\theta_2) \cdot \vec{m}(\theta_2)}_0 + \underbrace{r_3 \dot{\theta}_3 \vec{r}(\theta_3) \vec{m}(\theta_3)}_{? \sin(\theta_2 - \theta_3)} = 0$$

$$\dot{\theta}_3 = \omega_3 = \frac{-\dot{r}_2}{r_3 \sin(\theta_2 - \theta_3)} = \frac{-(-100 \text{ mm/s})}{320 \text{ mm} \cdot \sin(295^\circ - 180^\circ)} =$$

$$\dot{\theta}_3 = 0,344 \text{ rad/s} \curvearrowright$$

$$= 19,6 \text{ derece/sn.}$$



Hız Sabit
(-100 mm/s)

c) İmne denklemini ve imne tablosu.

İmne denklemini bulmak

İmne hız değişken tablosu

(2. değişken tablosu) la yazalım.

	$\vec{r}_1$	$\vec{r}_2$	$\vec{r}_3$
$\dot{r}$	S	S*	S
$\dot{\theta}$	S	D	D

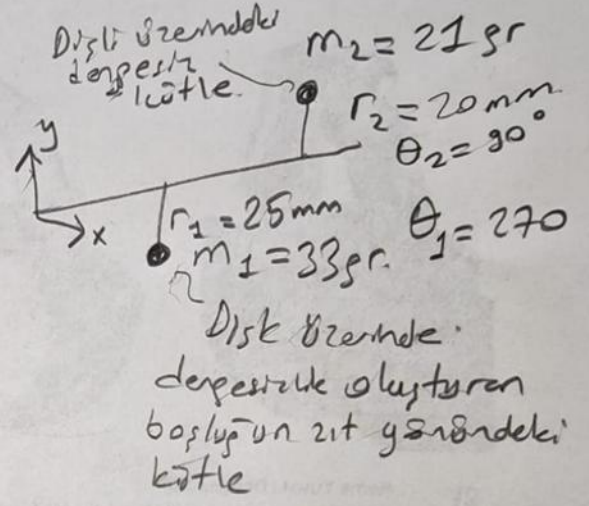
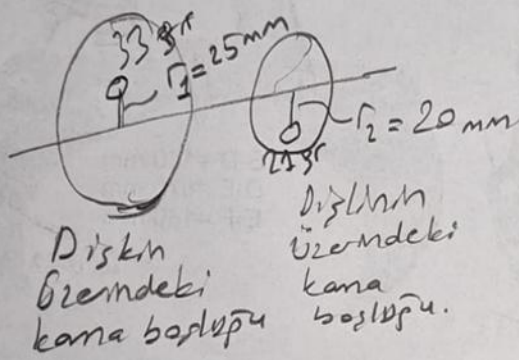
Hız denklemini bir kez daha türev alacağız.

$$\underbrace{\dot{r}_2 \vec{m}(\theta_2)}_{S^* \quad D} + \underbrace{r_2 \dot{\theta}_2 \vec{r}(\theta_2)}_{D \quad D \quad D} + \underbrace{r_3 \dot{\theta}_3 \vec{r}(\theta_3)}_{S \quad D \quad D} = 0$$

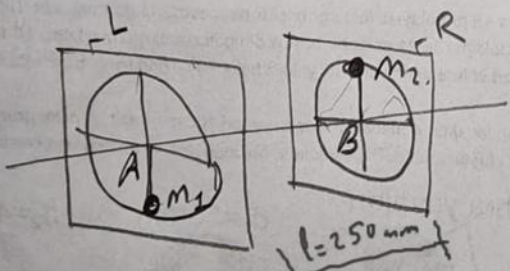
$$\underbrace{\dot{r}_2 \ddot{\theta}_2 \vec{r}(\theta_2)}_{?} + \underbrace{\dot{r}_2 \dot{\theta}_2 \vec{r}(\theta_2)}_{?} + \underbrace{r_2 \ddot{\theta}_2 \vec{r}(\theta_2)}_{?} - \underbrace{r_2 \dot{\theta}_2^2 \vec{m}(\theta_2)}_{?} + \underbrace{r_3 \ddot{\theta}_3 \vec{r}(\theta_3)}_{?} - \underbrace{r_3 \dot{\theta}_3^2 \vec{m}(\theta_3)}_{?} = 0$$

İmne denklemini, Aynı anda olduğu gibi imneleri bulmak için birini yok edip diğer tarafı buluyoruz. (Devamı yazılmadı)

② Bu tip bir soruda dengesizliği oluşturan kütlemeleri dölentini tespit etmek, ardından dengelenmesi yapılacak dölentleri belirlemek gerekir. Eğer dengesizlik boşluk nedeniyle oluşuyorsa, 180° zıt yöne kütle ekleyerek dengeyi sağlamak gerekir. Milin üzerinde pastaların diğer kısımları, dengelenmeye etkisi olmayan yerlere girerleştirilir. Örneğin burada yataklar verilmis onların bir etkisi olmaz.



Dengelenmesi yapılacak dölentlerde y ve x eksenine disk ve dişli üzerinde olacaktır.



Önce A noktasına göre moment alalım. Diskten dolayı kütleler y ekseninde, dişli ise x ekseninde moment hesaplamaya gerek yok. Çünkü cos bileşenler sıfır çıkacaktır.

Dişli y bileşenleri hesaplayalım. (Böyle yaptık ama 90° için zdenklemler gerekmez)

$$\sum M_{Ay} = 0 \quad m_2 \cdot r_2 \cdot \sin 90^\circ \cdot l + m_R \cdot r_R \cdot \sin \theta_R \cdot l = 0$$

$$21 \cdot 20 \cdot \sin 90^\circ \cdot 250 \text{ mm} + m_R \cdot 100 \cdot \sin \theta_R \cdot 250 \text{ mm} = 0$$

$$m_R \sin \theta_R = \frac{-105000}{25000} = -4,2$$

İki bilinmeyen var. x ekseninde hesaplamak zorundayız.

Soruda verilmis. Disk ve dişli: üzerinde 100 mm dairede dengelenmesi yapılacak.

$$\sum M_A = 0 \quad m_2 r_2 \cos 90^\circ + m_R r_R \cos \theta_R = 0$$

$$\frac{21}{\text{gr}} \cdot \frac{20}{\text{mm}} \cdot \cancel{\cos 90^\circ} \cdot \frac{250}{\text{mm}} + m_R \frac{100}{\text{mm}} \cos \theta_R \cdot \frac{250}{\text{mm}} = 0$$

$$m_R \cos \theta_R = \frac{0}{25000} = 0$$

İkinci denklem

$$m_R \sin \theta_R = -4,2$$

$$m_R \cos \theta_R = 0 \rightarrow m_R \text{ (kütlesi bir olanlar)}, 0 \text{ zaman}$$

$$\cos \theta_R = 0 \Rightarrow \theta_R = 90 \text{ yada } 270 \text{ olur.}$$

$$\theta_R = 90 + k \cdot 180 \text{ olur.}$$

İkinci denkleme aşıyı yazalım.

$$\theta_R = 90 \text{ için } m_R \frac{\sin 90}{1} = -4,2 \Rightarrow m_R = -4,2 \text{ gr}$$

Çıkıyor
kütle negatif olmaz.
 $\theta = 90$ yanlış.

$$\theta_R = 270 \text{ için } m_R \cdot \frac{\sin 270}{-1} = -4,2 \Rightarrow m_R = +4,2 \text{ gr çıkar.}$$

$$\theta_R = 270 \text{ doğru cevap.}$$

Sonuç

$$m_R = 4,2 \text{ gr}, \theta_R = 270, r_R = 100 \text{ mm}$$

Berze istenleri B noktasına göre moment alarak

m_L, θ_L yi bulalım.

6

$$\sum M_{Bx} = 0$$

$$m_1 \cdot r_1 \cdot \cos \theta_1 \cdot l + m_L \cdot r_L \cdot \cos \theta_L \cdot l = 0$$

$$33 \cdot 25 \cdot \cos 270^\circ \cdot 250 \text{ mm} + m_L \cdot 100 \cdot \cos \theta_L \cdot 250 \text{ mm} = 0$$

$$m_L \cos \theta_L = \frac{0}{25000} = 0 \Rightarrow m_L \text{ sıfır olamaz}$$

$\cos \theta_L = 0$ a hake zamanında

$$\theta_L = 90^\circ + k \cdot 180^\circ$$

açılarında $\cos \theta$ olacaktır

$$\sum M_{By} = 0$$

$$m_1 \cdot r_1 \cdot \sin \theta_1 \cdot l + m_L \cdot r_L \cdot \sin \theta_L \cdot l = 0$$

$$33 \cdot 25 \cdot \sin 270^\circ \cdot 250 \text{ mm} + m_L \cdot 100 \cdot \sin \theta_L \cdot 250 \text{ mm} = 0$$

$$m_L \sin \theta_L = \frac{206250}{25000} = 8,25$$

Açıları bu denklemlere koyarak deneyelim

$$\theta_L = 90^\circ \text{ için } m_L \cdot \frac{\sin 90^\circ}{1} = 8,25 \Rightarrow m_L = 8,25 \text{ gr}$$

$$\theta_L = 270^\circ \text{ için } m_L \cdot \frac{\sin 270^\circ}{-1} = 8,25 \Rightarrow m_L = -8,25 \text{ gr}$$

kütle negatif olamaz.

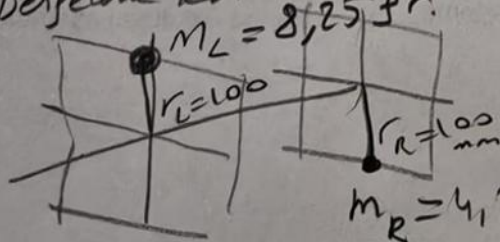
Döner ağı 90° olur.

$$\text{Sonuç} = m_L = 8,25 \text{ gr}$$

$$\theta_L = 90^\circ$$

$$r_L = 100 \text{ mm}$$

Dengeleme kütlesi



1 kütle elelenerek değil
sıkararak dengeleme yapacağız.

$$\text{Sonuç} \quad m_R = 4,12 \text{ gr}$$

