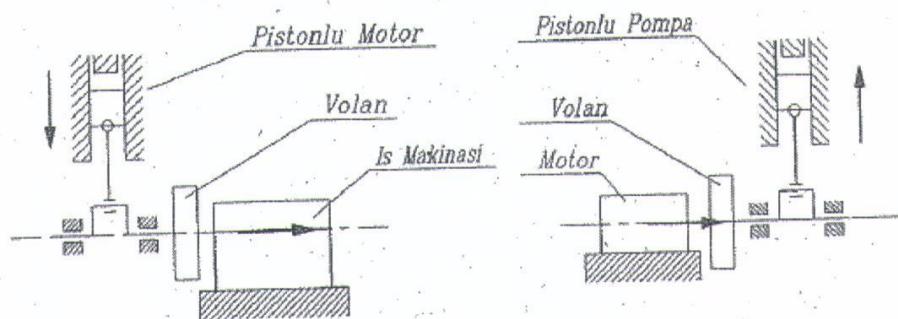


MAKİNE DİNAMİĞİ

VOLAN HESABI

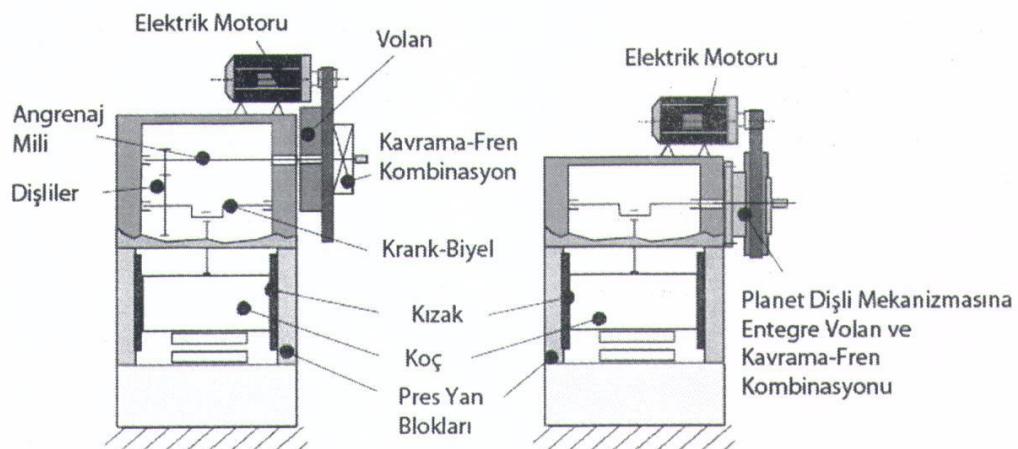
Volan genel olarak iki yerde kullanılması tercih edilir.

a) İçten yanmalı motor ve pistonlu motorlardaki hareket düzensizliklerini azaltmak için kullanılır. Pistonlu motorlarda hareket motordan Redüktöre vs aktarılır. Burada ikisi arasına bir volan konulur. Yada Pistonlu pompalarda Elektrik motoru ile Pompa arasına konulur.



b) Pres, giyotin ve şahmerdan gibi kısa süre için yüksek enerji gerektiren makinalarda daha düşük güçte motor kullanılması ve enerji kayıpları azaltılır. Volanın makinaya iki önemli faydası vardır. Örneğin ; her 10 dakikada 5 saniyeliğine kullanacağımız 100 tonluk bir presin baskı kuvvetini sağlamak için 100 kW 'ın üzerinde bir elektrik motoruna ihtiyaç olacaktr. Bu motorun devamlı çalışması yada her 10 dakikada 5 saniyeliğine çalışıp durması gerekmektedir. Öte yandan bu işlemin daha sık tekrarlanması durumunda problem daha da çıkmaz hal alır. Yani ,enerji kaybı yine büyük bir problem olarak kalmaktadır. Yine , makine milindeki burulma titreşimleri milin erken yorulması neticesini verecektir. Ayrıca gürültü ve titreşimler , bunların yanı sıra gerek iş göre makine ve gerekse çevredekî makinalar üzerinde iş güvenliği ve hassasiyeti bozucu etkiler oluşturacaktır. O halde volanlar ,

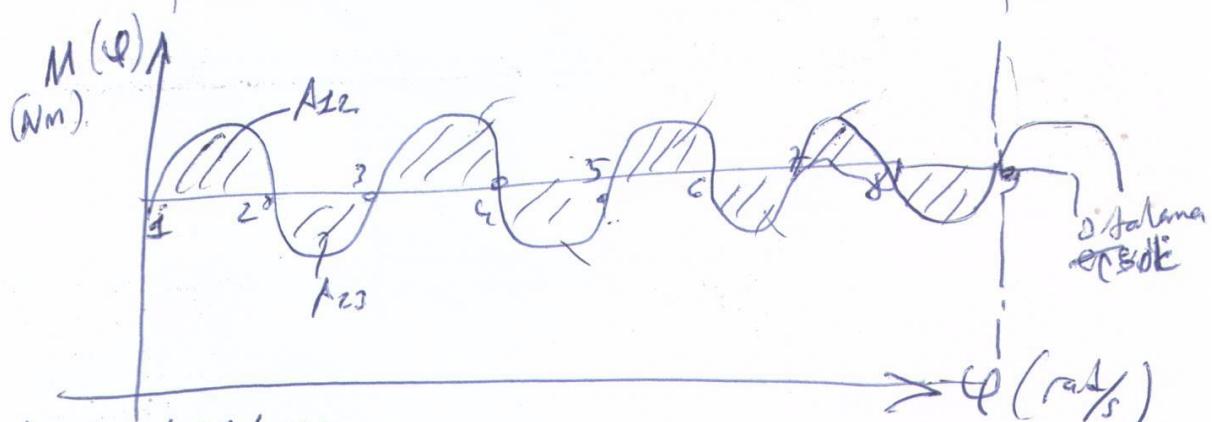
1. Enerji tasarrufu
2. Düzgün ve titreşimsiz bir çalışma için kullanılır.



Hareketteki düzgünsüzlüğü azaltması istenen Volan atalet momentinin artmasıyla, hareketin durdurma süresini uzatmaktadır. Bu nedenle frenleme güçleşmektedir. Eğer ani frenleme vs olursa parçaların

Makromoleküler periyot

1



13. Faraliteler:

Bu grafiklerde merkezdeki bir sezonun motion enerjisi (Δ) var.

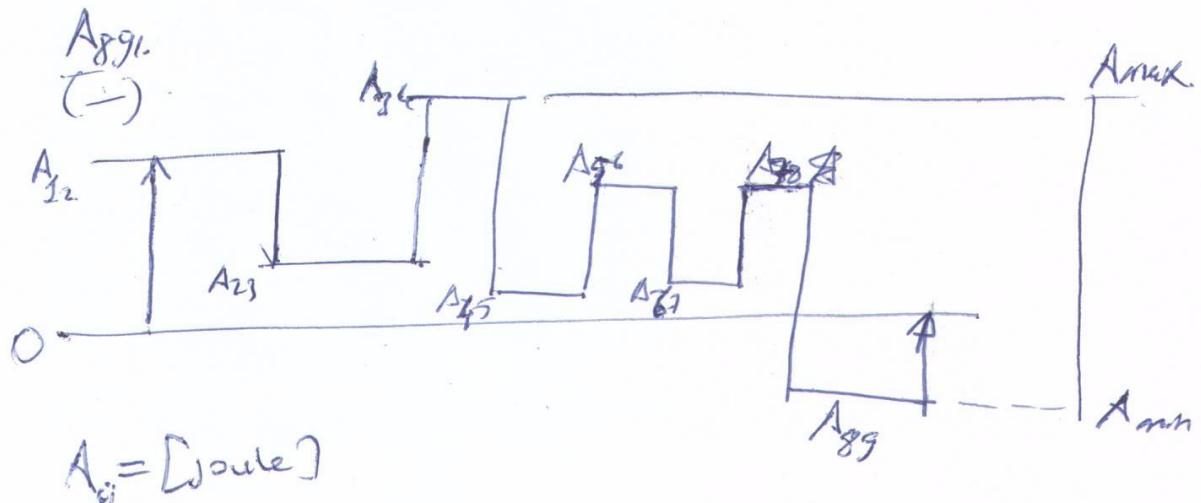
$$\Delta = M \cdot q$$

$$\Delta = \left[N \cdot m \cdot \frac{1}{s} \right] \text{Joulc}$$

Grafikte sinyal 0'dan önce +, 0'dan sonra - olur.

+ altındaki alan ise (-) olur
- altındaki ve enerji boyutuna bağlı.

i faraliteler $A_{12}, A_{23}, A_{34}, A_{45}, A_{56}, A_{67}, A_{78}, A_{89}, A_{91}$
(+) (-) (+) (-) (+) (-) (+)



$$A_{ij} = [\omega_{out}]$$

Kinetik Enerji

$$E_k = A = \frac{1}{2} I \omega^2 \quad \left[W = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \right]$$

Dön. Aksekkeler enerjisi

Volen makromoleküler enerjilerin düşümü

$$E_k A_{max} = \frac{1}{2} I_v \cdot W_{max}^2$$

Volenin minimum enerjilerin düşümü

$$A_{min} = \frac{1}{2} I_v \cdot W_{min}^2$$

[2]

$A_{\max} - A_{\min}$ aandelen energie fale volgens
de polarisatie gegeven energie verl.

$$\frac{E_2 - E_1}{A_{\max} - A_{\min}} = \frac{1}{2} I_0 (w_{\max}^2 - w_{\min}^2) \text{ o.b.v.}$$

Bovader volgt kôfthesel dat de momenten rechthoek

* de diagonale lijnen

$$I_0 = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{(w_{\max}^2 - w_{\min}^2)} \cdot \frac{2}{2}$$

(δ)

$$I_0 = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{(w_{\max} + w_{\min})(w_{\max} - w_{\min})} \cdot \frac{2}{W_{\text{tot}}} \quad \text{Ortakoma centraal ligt}$$

$$W_{\text{tot}} = \frac{w_{\max} + w_{\min}}{2}$$

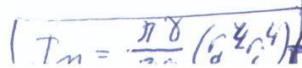
$$I_0 = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{\left(\frac{w_{\max} - w_{\min}}{W_{\text{tot}}} \right) \cdot W_{\text{tot}}^2} = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{\delta \cdot W_{\text{tot}}^2}$$

 $I = \frac{1}{2} mr^2$

$$+ I = \frac{1}{2} m(r_{d_1}^2 + r_{i_1}^2)$$

 $I = \frac{1}{2} m(r_1^2 + r_2^2)$

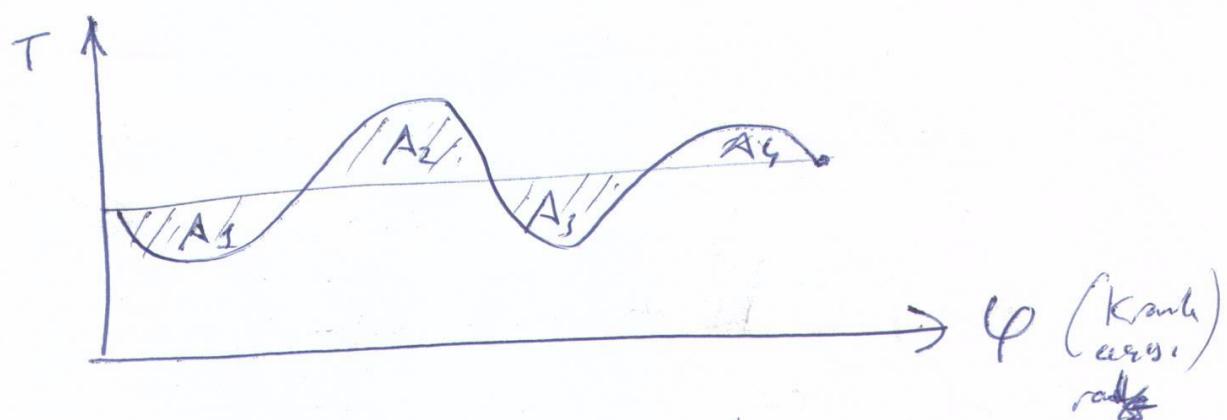
$$I_0 = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{\delta \cdot W_{\text{tot}}^2}$$

 $T_m = \frac{\pi \gamma}{2} (r_{d_1}^2 r_{i_1}^2)$ $W = mg \Rightarrow m = \frac{W}{g} = \frac{\pi (r_{d_1}^2 - r_{i_1}^2) \cdot t}{2 \cdot \gamma}$

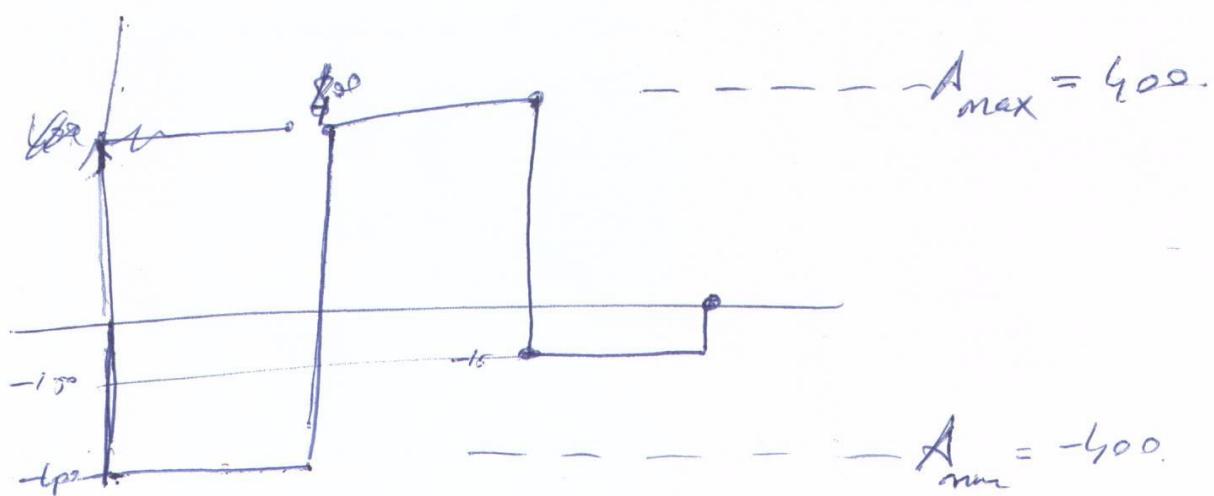
3

Örnek

Bir motorun T_{el} - A_{el} (Merkez) diagramı aşağıdaki
verilenin gibi tekrarlanır.
 $A_1 = -400 \text{ J}, A_2 = 800 \text{ J}, A_3 = 550 \text{ J}, A_4 = 150 \text{ J}$



Kullanılacak volanoğrası 1 m² 410 ÷ 416 kg/m²
 arasında futnasi 12 m'ne kadar köşlesel atasat
 merkeze sahip otomatik volanın eğri 0,7 m olmas istense
Lüken kalınlığı ve ağırlığı ne olur?



④

Ortakema hr.

$$\omega_{\text{ort}} = \frac{\omega_0 + \omega_b}{2} = \omega_0 + \frac{\omega_b}{6} = \omega_0 \left(\frac{2\pi}{60} \right)$$

$$\omega_{\text{ort}} = 43,25 \text{ rad/s.}$$

Hindare överskott kraften

$$f = \frac{\omega_{\max} - \omega_{\min}}{\omega_0} = \frac{\omega_b + \omega_0}{\omega_0} = 0,01452$$

Volan tilldelat moment

$$I_0 = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{f \cdot \omega_{\text{ort}}^2} = \frac{400 - 4100}{0,01452 \cdot 43,25}$$

$$I_0 = 29,44 \text{ kg.m}^2$$

$$I = \frac{1}{2} m \cdot r^2$$

$$29,44 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (0,5)^2$$

$$m = 235 \text{ kg}$$

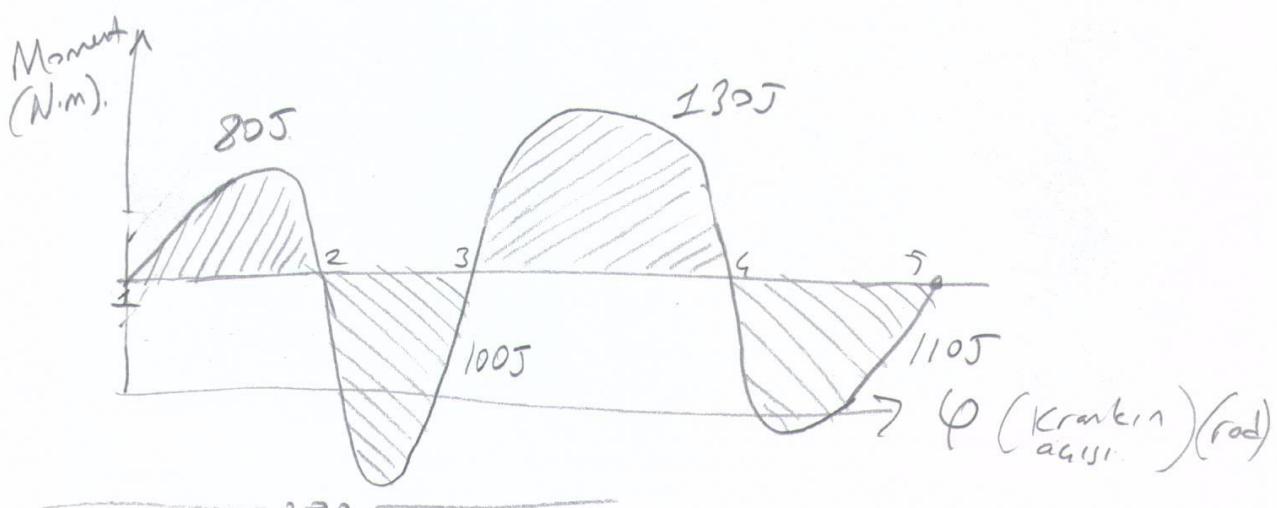
$$\begin{aligned} \frac{\text{N.m}}{\text{kg} \cdot (\text{s}^2)} &= \frac{\text{N.m.s}^2}{\text{kg}} = \frac{\text{N.m.s}^2}{\text{kg}} = \frac{\text{N.m.s}^2}{\text{kg}} = \frac{\text{N.m.s}^2}{\text{kg}} = \frac{\text{N.m.s}^2}{\text{kg}} \\ \text{N} &= \text{m} \cdot \text{a} \\ \text{N} &= \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m} \cdot \text{s} \\ \frac{\text{N} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m}^2}{\text{kg}} &= \text{Nm.s}^2 \end{aligned}$$

(1)

Örnek Bir motorun Moment - Açı diyagramı aşağıda verilmiştir. Kapalı bölgelerin alan hesaplanarak iş konusunu bulsunuz.
Sıfırın dönüş hizi $490 - 510 \text{ rad/s}$ arasında kalması istenmektedir.

a) Bağlanacak olan Volanın atelet momentini hesaplayınız.

b) Epe volanın yarıçapı 30 cm olmasının istenisi Ağırlığı ne olur?



$$E_{12} = 80 \text{ J}, E_{23} = -100 \text{ J}, E_{34} = +130 \text{ J}, E_{45} = -110 \text{ J}$$

Formüllerini sıkıyalım.

Herhangi bir anda volanla birlikte mühüm faktörler (enerji)

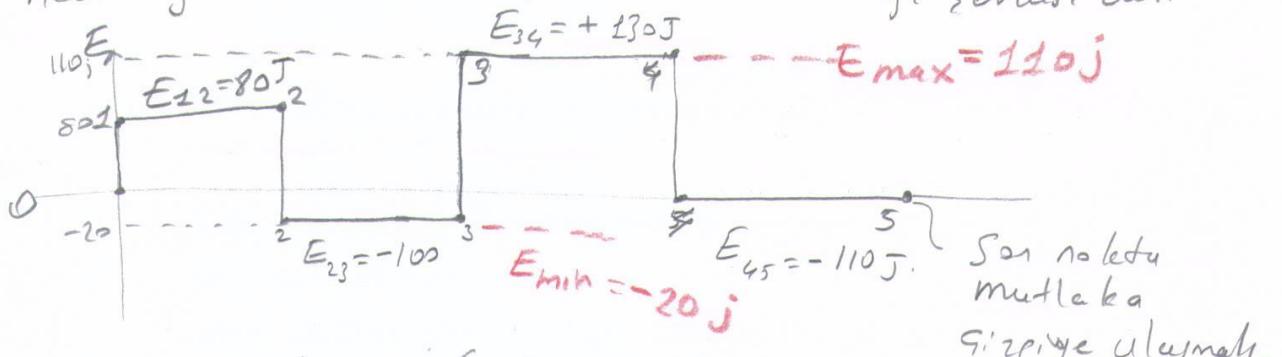
$$E = \frac{1}{2} I_v \cdot w^2 \text{ dir. } \left[\underset{\text{Döşyadır.}}{\approx} E = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \right]$$

1 ile 2 noletası arasındaki enerji:

$$E_2 - E_1 = \frac{1}{2} I_v (w_2^2 - w_1^2) = 80 \text{ J olur.}$$

(2)

Maksimum enerji ve minimum enerji durumları nedir. Pratikte bu tür durumlar nasıl anlaşılır? Bu grafikte isفارلار gizlenmesi derdir.



$$E_{\max} = \frac{1}{2} I_v (\omega_{\max}^2 - \omega_1^2)$$

$$E_{\min} = \frac{1}{2} I_v (\omega_{\min}^2 - \omega_1^2)$$

$$E_{\max} - E_{\min} = \frac{1}{2} I_v (\omega_{\max}^2 - \omega_{\min}^2) \text{ olur.}$$

I_v yi bulmaya çalışıyoğuz. Biraz gelelim.

$$I_v = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{\frac{\omega_{\max}^2 - \omega_{\min}^2}{2}} = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{(\omega_{\max} - \omega_{\min}) \cdot (\omega_{\max} + \omega_{\min})}$$

$$I_v = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{(\omega_{\max} - \omega_{\min}) \cdot \text{Wort.}}$$

$$I_v = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{(\omega_{\max} - \omega_{\min}) \cdot \text{Wort}^2}$$

δ

$$\boxed{I_v = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{\delta \cdot \text{Wort}^2}}$$

bulunur.

Burada ortalamaya devir
 $\text{Wort} = \frac{\omega_{\max} + \omega_{\min}}{2}$

Dalgaların katlayışı
(Potansiyel)

$$\delta = \left(\frac{\omega_{\max} - \omega_{\min}}{\text{Wort}} \right)$$

ile gösterilir.

$$I_v = \frac{110 \text{ J} - (-20 \text{ J})}{0,039885 \cdot (52,35)^2}$$

$$\boxed{I_v = 1,18932 \left[\frac{\text{Nm}^2}{\text{kg m}^2} \right]}$$

$$\left[1 \text{ N} = \frac{\text{kg m}}{\text{s}^2}, \frac{\text{kg m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^2 \right] \\ = \underline{\text{kg m}^2}$$



$$I = \frac{1}{2} M \cdot r^2$$

$$1,18932 = \frac{1}{2} \cdot M \cdot (0,3)^2$$

$$M = 26,429 \text{ kg}$$

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$

$$\omega_{\max} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 510}{60}$$

$$\omega_{\max} = 53,4 \text{ rad/s}$$

$$\omega_{\min} = \frac{2\pi \cdot 490}{60}$$

$$\omega_{\min} = 51,312 \text{ rad/s}$$

$$\omega_{\text{avg}} = \frac{53,4 + 51,312}{2}$$

$$\omega_{\text{avg}} = 52,35 \text{ rad/s}$$

$$\delta = \left(\frac{\omega_{\max} - \omega_{\min}}{\omega_{\text{avg}}} \right)$$

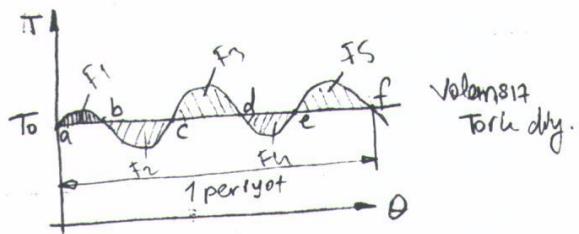
$$\delta = \frac{53,4 - 51,312}{52,35}$$

$$\delta = 0,039885 \text{ (Brmsn)}$$

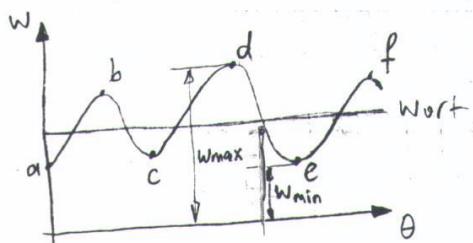
- VOLAN DAİARYA -

Volan, mekanik bir sisteme, içeriinde bir mekanik enerji depolayan ve gerekliinde bunu sisteme geri veren büyük bir ataleti sahip elementidir. Sonme hareketi yatar.

Pr.
A1.



Makine a-b, c-d, e-f aranında hızlanıyor, difter bölgelerde yavaşlayıyor.



$$Wort = \frac{w_{\max} + w_{\min}}{2}; \text{ ortalaması:}$$

$$Cs = \frac{w_{\max} - w_{\min}}{Wort}$$

(dönüşümle
katsayı)

$$T = I \cdot \alpha$$

$$T = I \cdot \frac{dw}{dt} = I \cdot \frac{dw}{d\theta} \cdot \frac{d\theta}{dt}$$

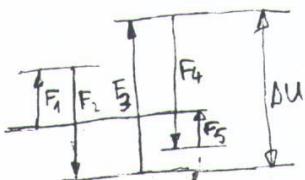
$$1 \int T \cdot d\theta = \int I \cdot w \cdot dw$$

$$\Delta U = \frac{1}{2} I (w_i^2 - w_0^2)$$

ΔE_k

$$\boxed{\Delta U = \Delta E_k}$$

(fazla)



$$\Delta E_k = \frac{1}{2} I (w_{\max}^2 - w_{\min}^2)$$

$$w_{\max}^2 - w_{\min}^2 = (w_{\max} + w_{\min})(w_{\max} - w_{\min})$$

$$= 4 \cdot \frac{w_{\max} + w_{\min}}{2} \cdot \frac{w_{\max} - w_{\min}}{Wort}$$

$$= 4 \cdot Cs \cdot Wort$$

$$A = LU = \Delta E_k = \frac{1}{2} I \cdot 4Cs \cdot Wort$$

$$A = I \cdot Cs \cdot Wort^2$$

$$\boxed{I = \frac{A}{Cs \cdot Wort^2}}$$

Sistemi döndürmek
atalet momenti
11

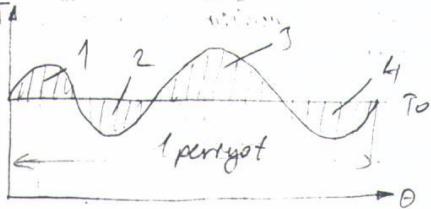
yükseksse $I = I_V$; volan ataleti yok
büyükse $I = I_V + I^*$ olur.

10) difter ataleti yok.

$C_s: \% 1 \dots \% 10$ istenir.

büyan
ktp

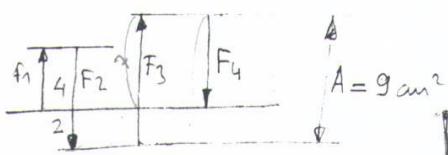
Pr1: T_A



$$\begin{aligned} F_1 &= 4 \text{ cm}^2 \\ F_2 &= 6 \text{ cm}^2 \\ F_3 &= 9 \text{ cm}^2 \\ F_4 &= 7 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$1 \text{ cm}^2 \rightarrow 50 \text{ Nm}$$

Bir malzeme Torku day. sabit olur. gibi verilmisdir. $C_s = \% 5$
Ortalama cisim hız $W_{ort} = 80 \text{ rad/s}$ olsupuna göre buju təmin edəcək
volumun hələdət mənə. bulunur..



$$\begin{aligned} A &= 9 \text{ cm}^2 \cdot 50 = 450 \text{ Nm} \quad (\text{if fastalılıq}) \\ &\text{power: } \text{def}'l. \\ &\text{is } 411. \end{aligned}$$

$$I_v = \frac{A}{C_s \cdot W_{ort}} = \frac{450}{0,05 \cdot 80^2} = 11,25 \text{ kgm}^2$$

$$C_s = \frac{W_{max} - W_{min}}{W_{ort}} \quad , \quad W_{ort} = \frac{W_{max} - W_{min}}{C_s}$$

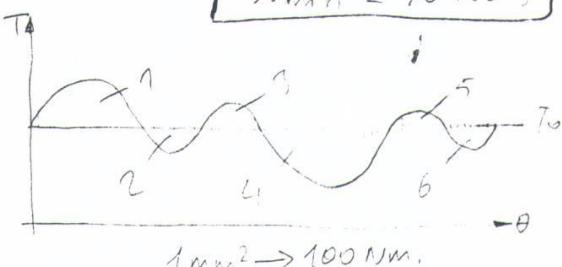
$$W_{ort} = \frac{W_{max} + W_{min}}{2} = \frac{W_{max} - W_{min}}{C_s}$$

$$W_{max} + W_{min} = 160$$

$$W_{max} - W_{min} = 4$$

$$\begin{cases} W_{max} = 82 \text{ rad/s} \\ W_{min} = 78 \text{ rad/s} \end{cases}$$

$$W = 80 \pm 2 \text{ rad/s}$$

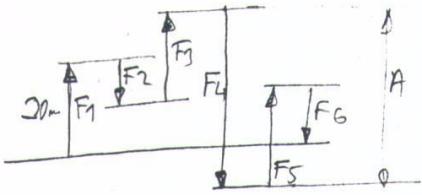


$$\begin{aligned} F_1 &= 20 \text{ mm}^2 & F_2 &= 12 \text{ mm}^2 \\ I_1 &= 4 \text{ mm}^2 & I_2 &= 6 \text{ mm}^2 \\ F_3 &= 6 \text{ mm}^2 & F_4 &= 28 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Tork day. sabit olur. bir malzemin devir sayisi
 $n = 1000 \pm 5$ d/p olmasi istenir.
bunun rəməyənən hələdət mənə. ne kadar olsadır.

$$C_s = \frac{w_{\max} - w_{\min}}{w_{\text{art}}} = \frac{n_{\max} - n_{\min}}{n_{\text{art}}} = \frac{1005 - 995}{1000} = \underline{\underline{1\%}}$$

$$w_{\text{art}} = \frac{w_{\max} + w_{\min}}{2} = \frac{w}{2} = \frac{100\pi}{30} = \underline{\underline{104,71 \text{ rad/s}}}$$



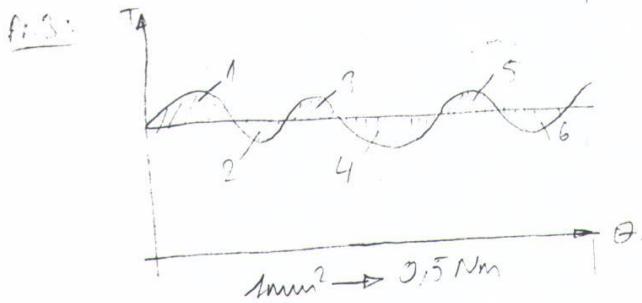
$$A = F_4 = 28 \text{ mm}^2 \cdot 100 = \underline{\underline{2800 \text{ Joule (Nm)}}}$$

$$I_v = \frac{A}{C_s \cdot w_{\text{art}}^2} = \frac{2800}{0,01(104,71)^2} \Rightarrow$$

$$\boxed{I_v = 25,5 \text{ kgm}^2}$$

$$n = 1000 + 50 \text{ d/d obayds}$$

$$\underline{\underline{I_v = 2,55 \text{ kgm}^2 \text{ obayds}}}.$$

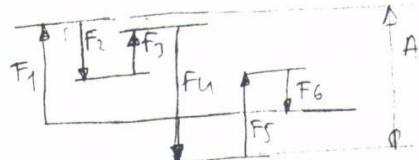


$$\begin{aligned} F_1 &= 1250 \text{ mm}^2 \\ F_3 &= 210 \text{ mm}^2 \\ F_5 &= 390 \text{ mm}^2 \\ F_2 &= 615 \text{ mm}^2 \\ F_4 &= 1465 \text{ mm}^2 \\ F_6 &= 330 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$C_s = \underline{\underline{2\%}} \\ w_{\text{art}} = 140 \text{ rad/s}$$

$$I_v = ?$$

$$A = 1870 \cdot 0,15 = \underline{\underline{935}}$$



$$A = F_1 + (F_5 - F_6) = 1250 + 620 = \underline{\underline{1870}}$$

$$I_v = \frac{935}{0,02 \cdot 140^2} = \underline{\underline{2,385 \text{ kgm}^2}}$$

42

Örnek

Find βW for the torque - angle diagram shown. The enclosed areas are
 $A_1 = 400 \text{ J}$ $A_2 = 800 \text{ J}$ $A_3 = 550 \text{ J}$ $A_4 = 150 \text{ J}$

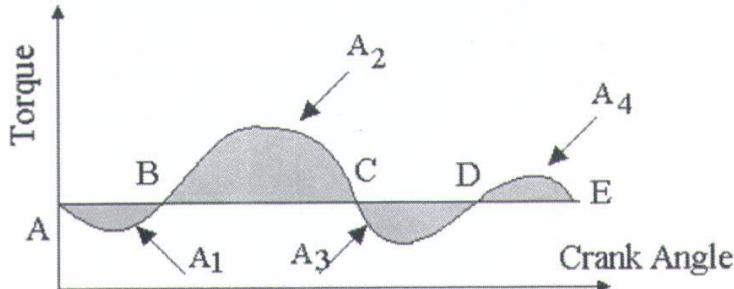


Figure 4

Go on to find the moment of inertia for a flywheel which will keep the speed within the range 410 to 416 rev/min.

Find the mass of a suitable flywheel with a radius of gyration of 0.5 m

Çözüm

First find the greatest fluctuation in energy.

Energy at A = E_A

Energy at B = $E_B = E_A - A_1 = E_A - 400$

Energy at C = $E_C = E_B + A_2 = E_A - 400 + 800 = E_A + 400$

Energy at D = $E_D = E_C - A_3 = E_A + 400 - 550 = E_A - 150$

Energy at E = $E_E = E_D + A_4 = E_A - 150 + 150 = E_A$

If the last figure is not equal to E_A then there would be an error.

The largest energy value is $E_A + 400$ and the smallest value is $E_A - 400$ so the greatest fluctuation is from +400 to -400 giving 800 Joules.

Equate to βW $\beta W = 800 \text{ Joules}$.

Now find the coefficient of fluctuation in speed.

Mean speed $N = (410 + 416)/2 = 413 \text{ rev/min}$.

There is no need to convert this into radian in order to find ϕ

$$\phi = (\omega_2 - \omega_1)/\omega = (N_2 - N_1)/N = (416 - 410)/413 = 0.01452$$

We need the mean in radian/s so $\omega = 413 \times (2\pi/60) = 43.25 \text{ rad/s}$

Now find the moment of inertia of the flywheel using

$$I = \frac{\beta W}{\omega^2 \phi} = \frac{800}{43.25^2 \times 0.01452} = 29.44 \text{ kg m}^2$$

Now find the mass of the flywheel.

$$I = mk^2 \quad 29.44 = m \times 0.5^2 = 0.25m$$

$$m = 29.44/0.25 = 117.8 \text{ kg}$$

Örnek

1. Flywheels are used to smooth out fluctuating torques such as produced on the crank of piston engines. The diagram shows a torque - angle diagram for a certain machine. The speed of the shaft must be maintained between 490 and 510 rev/min.

- Calculate the moment of inertia of a suitable flywheel. (1.185 kgm^2)
- Calculate the mass required if the radius of gyration is to be 0.3 m.
(13.17 kg)

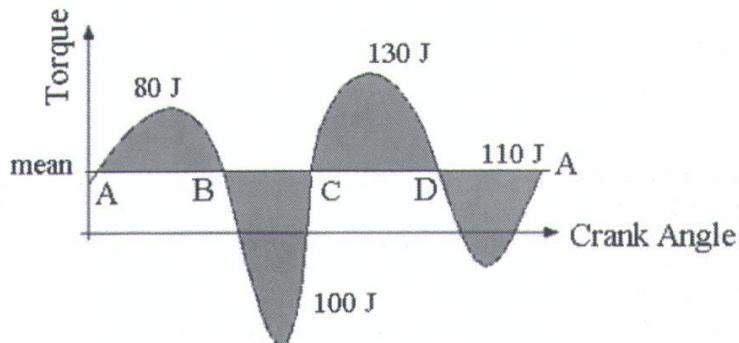


Figure 5

Örnek

2. A press tool machine uses a flywheel in the form of a solid steel disc 0.7 m diameter and 0.1 m thick rotating with a mean speed of 60 rev/min. The density of the steel is 7830 kg/m^3 . The press is operated once every 5 revolutions and a torque of 2000 Nm is exerted on the tool for a duration of 0.05 seconds. The energy absorbed is replaced during the rest of the cycle.

Sketch the torque angle diagram and determine the following.

- The mass of the flywheel (301.33 kg)
- The moment of inertia (18.46 kg m^2)
- The work done during the pressing operation (628.3 J)
- The coefficient of fluctuation of speed (0.8623)
- The maximum and minimum speeds of the flywheel
(85.9 and 34.1 rev/min).