

MOTORLARDA TİTREŞİM PROBLEMLERİNİN  
İNCELENMESİ VE ÇÖZÜMÜ  
(E89G TİPİ PANCAR MOTORUNDA UYGULAMASI)

ATILA KURT

Anadolu Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca  
Makina Mühendisliği Anabilim Dalı  
Enerji Bilim Dalında  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman: Prof.Dr.Battal KUŞAN

Ocak-1989

ATILLA KURT 'un "YÜKSEK LİSANS" tezi olarak hazırladığı  
"MOTORLARDA TİTREŞİM PROBLEMLERİNİN İNCELENMESİ VE ÇÖZÜLÜ  
(E89G TİPİ PANÇAR MOTORUNDA UYGULANMASI)" başlıklı bu çalışma,  
jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca  
değerlendirilerek kabul edilmiştir.

21/2/1989

Üye : Prof. Dr. Battal Kuşhan

Üye : Prof. Dr. Erdoğan FIRATLI

Üye : Yrd. Doc. Dr. Sener Alamyalı

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun **24 ŞUBAT 1989**  
gün ve **204/4**..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Rüstem KAYA  
Enstitü Müdürü

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET .....	iv
SUMMARY .....	v
TEŞEKKÜR .....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	viii
1. GİRİŞ .....	1
2. KRANK MEKANİZMASININ DİNAMİĞİ .....	2
2.1. Tek Silindirli Bir Motorun Yapı Elemanları .....	2
2.2. Öteleme Hareketi Yapan Parçalar .....	3
2.2.1. Pistonun yolu .....	3
2.2.2. Pistonun hızı .....	5
2.2.3. Pistonun ivmesi .....	6
3. İNDİRGEME .....	8
3.1. İndirgemenin Sebebi .....	8
3.1.1. Piston grubunun indirgenmesi .....	8
3.1.2. Krank milinin indirgenmesi .....	8
3.1.3. Biyel grubunun indirgenmesi .....	10
4. PİSTONLU MAKİNALARDA TİTREŞİM OLAYLARI VE DENGELENME ..	12
4.1. Titreşimin Tanımı .....	12
4.2. Pistonlu Makinalarda Titreşimin Meydana Gelmesi ..	15
4.2.1. Merkezkaç kuvvetinin dengelenmesi .....	18
4.2.2. Öteleme atalet kuvvetinin dengelenmesi ...	19
4.3. Lanchester Metodu .....	20
5. DENEYİN YAPILIŞI VE KAYDI .....	22
5.1. Titreşim Kaydının Teorik Olarak İzahı ve Uyum Devresinin Çalışma Prensipleri .....	25

## İÇİNDEKİLER (devam)

### Sayfa

5.2. Uyum Devresini Kullanarak Titreşimin, Bilgisayar Destegi ile Kaydı .....	26
5.3. Deney Çıktıları .....	30
6. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	37
7. KAYNAKLAR DİZİNİ .....	38

### EKLER

1. Sarkaç Deneyi ile Ağırlık Merkezinin Tayini
2. Basic Programı
3. Z-80 Assembler Programı

## ÖZET

Pistonlu makinaların çalışması sırasında dengelenmemiş kütleler, atalet kuvvetleri oluştururlar. Yüksek devirde dönen dengelenmemiş kütlelerin oluşturduğu kuvvetler, titreşime sebep olur. Oluşan titreşimi engellemek için kuvvetleri dengelemek gerekir. Bu ise ancak kütlelerin dengelenmesiyle yani; dönme ve öteleme hareketi yapan kütlelere eşdeğer karşı ağırlık kullanılmasıyla gerçekleştirilebilir.

Bu çalışmada; tek silindirli, 4 zamanlı, pistonlu bir pancar motoru kullanılmıştır.

Motorun meydana getirdiği titreşiminin karşı ağırlıklarda yapılacak bir değişikliklerle azaltılıp-azaltılamayacağı incelenmiştir. Bu çalışmalar sırasında elde edilecek verilerin, mekanik olarak hassas bir şekilde kaydedilmesi kolay değildir. Bu nedenle, titreşimi hassas bir şekilde kayıt için bilgisayar desteğine başvurulmuştur.

## SUMMARY

During the operation of reciprocating engines, unbalanced mass creates inertial forces. The forces which are created by the unbalanced mass rotating in a high speed causes vibration. It is necessary to balance the forces to prevent the generated vibration. This can be achieved by balancing the forces, i.e. using the counter weights equivalent to the mass rotating and translating simultaneously.

In this study, four stroke Pancar Engine with one cylinder has been used. It has been investigated whether the vibration generated by the engine can be reduced by the possible change in counter weights. It has not been very easy to mechanically and sensitively record the data obtained during the research. For this reason, the computer, ALSTRAD CPC 6128-128 K, has been used to record the vibration data sensitively.

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmalarımın yönetimini kabul ederek, çalışmalarım esnasında yardımlarını esingemeyen Sayın Hocam Prof.Dr. Battal KUŞHAN'a deneysel çalışmalarım esnasında öneri ve fikirlerinden yararlandığım Sayın Hocam Yrd.Doç.Dr.Yaşar PAFCAR'a ve Sayın Hocam Öğr.Gr.Ramazan UĞURLUBİLGE'ye teşekkür ederim.

Atilla KURT

## ŞEKİLLER DİZİNİ

SayfaŞekil

2.1. Krank-biyel mekanizması elemanları .....	2
2.2. Pistonun $x_p$ yerdeğişimi .....	3
2.3. Pistonun yolu .....	5
2.4. Pistonun hızı ve çevresel hız .....	6
2.5. Pistonun hızı .....	7
2.6. Pistonun ivmesi .....	8
3.1. Krankın indirgenmesi .....	9
3.2. a) Krankın indirgenmesi .....	10
b) Krank-biyelin indirgenmesi .....	10
4.1. Krank-biyel ve pistonu etki eden kuvvetler .....	13
4.2. Peryodik bir değişimin $x, t$ diyagramı .....	16
4.3. Kuvvetlerin gösterilişii .....	18
4.4. Merkezkaç kuvvetinin dengelenmesi .....	19
4.5. $F_{il}$ kuvvetinin dengelenmesi .....	20
4.6. $F_i$ ve $F_c$ kuvvetinin dengelenmesi .....	21
5.1. Kayıt cihazının basit şekli .....	22
5.2. Bilgisayar ile kayıt .....	23
5.3. Titreşim kaydını yapan elemanlar .....	24
5.4. Titreşimin kaydı .....	24
5.5. Basic programının akış diyagramı .....	28
5.6. Sinyal kaydı yapan Assembler programının akış diyagramı .....	29
5.7. İlavesiz deney çıktısı .....	30
5.8. Karşı ağırlıkta 10 gr eksiltme yapıldığı durum .....	31
5.9. Karşı ağırlıkta 30 gr eksiltme yapıldığı durum .....	32
5.10. 140 gr ilaveli durum .....	33
5.11. İlavesiz deney çıktısı (yandan ölçüm) .....	34
5.12. 75 gr. ilaveli deney çıktısı (yandan ölçüm) .....	35
5.13. 140 gr. ilaveli deney çıktısı (yandan ölçüm) .....	36



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
A	Genlik
a	Piston ivmesi
c	Piston hızı
d	Piston çapı
f	Frekans
$F_b$	Biyel Kuvvet
$F_c$	Merkezkaç kuvveti
$F_i$	Öteleme atalet kuvveti
$F_N$	Normal kuvvet
$I_b$	Biyelin eylemsizlik momenti
l	Biyel boyu
$m_b$	Biyel kütlesi
$m_{cwr}$	r yarıçapına indirgenmiş $m_{cw}$ kütlesi
$m_i$	Öteleme hareketi yapan kütle
$m_r$	Dönme hareketi yapan kütle
$M_r$	Reaksiyon momenti
$M_w$	Direnç kuvvetlerinin toplam momenti
n	Devir sayısı
r	Krank yarıçapı
t	Zaman
T	Peryot
$x_{max}$	Maksimum genlik
$x_{min}$	Minumum genlik
$x_p$	Piston yolu
$\alpha$	Krank açısı
$\beta$	Biyel açısı
$\varepsilon$	Açısal ivme
$\omega$	Açısal hız
$\theta$	Dönen kütlelerin atalet momenti

KISALTMALAR

A.Ö.N.	Alt Ölü Nokta
Ü.Ö.N.	Üst Ölü Nokta

## 1. GİRİŞ

İlk üretilen pistonlu makinelerdeki devir sayısı günümüzde üretilenlere göre daha küçüktü. Dolayısıyla bu makinelerin dinamik etkileri de ihmal edilebilecek seviyedeydi. Günümüzde ulaşılan yüksek devir sayıları nedeniyle, modern makinelerde dengelenmemiş küçük kütleler dahi önemli atalet kuvvetlerinin doğmasına sebep olur. Bu kuvvetler; hareketli parçaları, taşıyıcı gövdeyi ve temelleri zorlar. Titreşim olayı, bağlantı civatalarının gevşemesi, bazı parçaların daha fazla yük alması ve daha fazla aşınması gibi istenmeyen durumları ortaya çıkarır.

D'Alembert prensibine göre dengenin gerek şartı: Hareket esnasında doğan atalet kuvvetleri, makina gövdesinin hareketli parçalara tatbik ettiği tepki kuvvetlerine eşit olmalı ve bir noktaya göre momentlerinin bileşkeleri sıfır olmalıdır. Bu ifadeden; atalet kuvvetlerinin, gövdenin bağlantı kısımlarından aynen aktarıldığı anlaşılır. Gövdenin bağlantı kısımları şasi veya motor gövdesinin bağlandığı temellerdir. Gövdeye oradanda şasi veya temellere geçen bu kuvvetlere sarsma kuvvetleri de denir. Bu kuvvetler istenmeyen kuvvetlerdir. Bunları ortadan kaldırmak veya bu mümkün değilse, şiddetini azaltmak gerekir. Uygulamada bu kuvvetleri tamamen yok etmek karışık ve pahalı dizaynlar gerektirir. Bunlardan kaçınan üretici firmalar kuvvetlerin şiddetini azaltma yoluna giderler. Bu problem "Atalet Kuvvetlerinin Dengelenmesi" veya "Kütle Dengelenmesi" adıyla bilinir.

İdeal durumda kütle dengelenmesiyle ulaşılmak istenen sonuç; atalet kuvvetlerinin ve momentlerinin bileşkesini sıfır yapmaktır.

Çalışmalarda tek silindirli, 4 zamanlı hava soğutmalı EC9 G tipi pancar motoru kullanılmıştır. Sulama ve diğer bazı işlerde kullanılan bu motorda çalışma sırasında istenilmeyen titreşimler olmaktadır. Bu çalışmada Pancar Motoru'ndaki karşı ağırlığın oluşan titreşim üzerindeki tesiri incelenmiştir.

## 2. KRANK MEKANİZMASININ DİNAMİĞİ

Pistonlu makinalar; biyel, piston, krank mili ve bunların yardımcı elemanlarından oluşur. Böyle bir mekanizmada üç çeşit hareket söz konusudur. Bunlar; dönme, öteleme (gidip gelme) hem dönme hem de öteleme hareketleridir.

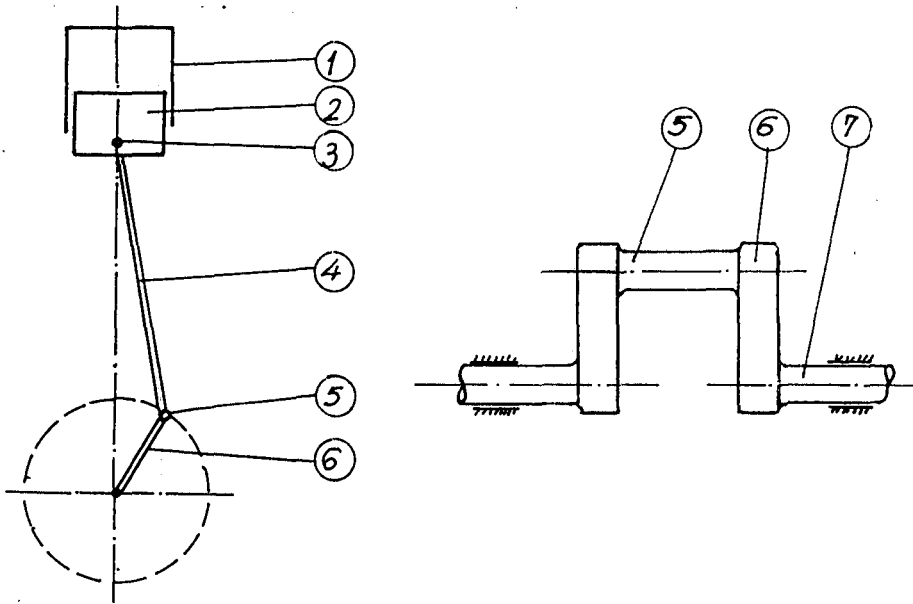
Piston ve elemanları öteleme,  
Biyel ve elemanları hem dönme hem de öteleme,  
Krank mili elemanları dönme

hareketi yaparlar. Bütün bu hareketler aynı anda olur.

### II.1. Tek Silindirli Bir Motorun Yapı Elemanları

Tek silindirli bir motorun yapı elemanları aşağıda olduğu gibidir:

1. Silindir,
2. Piston,
3. Piston pimi,
4. Biyel,
5. Krank kol muylusu,
6. Krank kolu,
7. Krank ana muylusu.

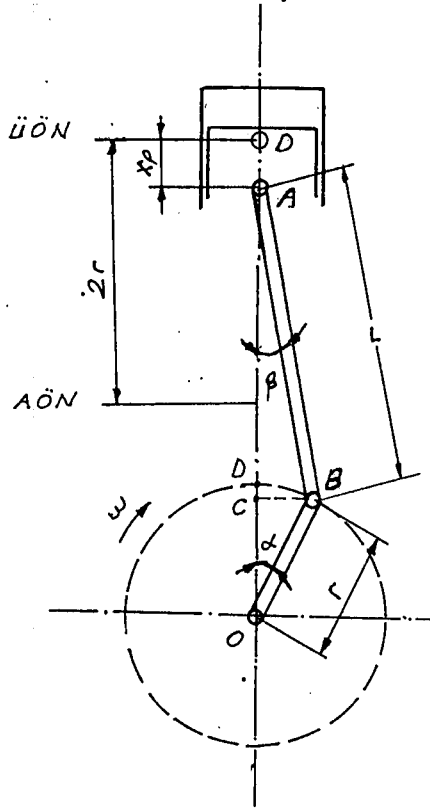


Şekil 2.1. Krank-biyel mekanizması elemanları

## 2.2. Öteleme Hareketi Yapan Parçalar

### 2.2.1. Pistonun yolu

Krank mili sabit  $\omega$  açısal hızıyla dönerken, piston üst ölü nokta (Ü.Ö.N) ile alt ölü nokta (A.Ö.N) arasında gidip gelme hareketi yapar. Pistonun  $x_p$  yerdeğişimi Şekil 2.2'de gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Pistonun  $x_p$  yerdeğişimi

$$x_p = \overline{DÖ} - \overline{AO}$$

$$x_p = \overline{DÖ} - (\overline{AC} + \overline{CO})$$

$$x_p = L + r - (L \cos \beta + r \cos \alpha) \quad (2.1)$$

yazılabilir.

$\beta$  eğim açısı

$$\overline{BC} = L \sin \beta = r \sin \alpha$$

olduğu gözönünde tutularak  $\alpha$  cinsinden ifade edilebilir.

$$\sin \beta = \frac{r}{L} \sin \alpha$$

dolayısıyla,

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \frac{r^2}{L^2} \sin^2 \alpha} \quad (2.2)$$

dır. Bu durumda  $x_p$  piston yerdeğişiminin  $\alpha$  krank açısı cinsinden değeri

$$x_p = r(1 - \cos \alpha) + L \left(1 - \sqrt{1 - \frac{r^2}{L^2} \sin^2 \alpha}\right)$$

$$\frac{r}{L} = \lambda \quad (2.3)$$

denilirse,

$$x_p = r(1 - \cos \alpha) + L \left(1 - \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \alpha}\right)$$

olur. (2.2) no'lu denklem Newton Binomuna göre açılır ve gerekli işlemler yapılırsa,

$$\cos \beta = \left(1 - \frac{r^2}{L^2} \sin^2 \alpha\right)^{1/2}$$

$$\cos \beta = 1 - \frac{1}{2} \lambda^2 \sin^2 \alpha - \frac{1}{2.4} \lambda^4 \sin^4 \alpha$$

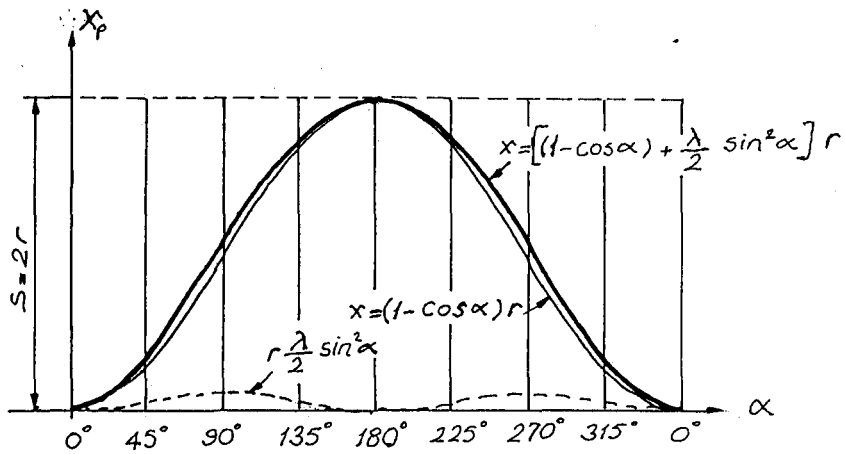
serinin ilk iki terimi alınarak,

$$x_p = r(1 - \cos \alpha) + L \left(1 - \left(1 - \frac{1}{2} \lambda^2 \sin^2 \alpha\right)\right)$$

$$x_p = r \left( (1 - \cos \alpha) + \frac{\lambda}{2} \sin^2 \alpha \right) \quad (2.4)$$

$$x_p = f(\alpha)$$

Pistonun aldığı yol  $x_p$ ,  $\alpha$ 'ya bağlı olarak Şekil 2.3'de gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Pistonun yolu

### 2.2.2. Pistonun lineer hızı

Pistonun herhangi bir andaki hız değeri

$$c = \frac{dx_p}{dt}$$

$$c = \frac{dx_p}{d\alpha} \frac{d\alpha}{dt}$$

$$c = \frac{d}{d\alpha} \left[ r \left( 1 - \cos \alpha + \frac{\lambda}{2} \sin^2 \alpha \right) \right] \frac{d\alpha}{dt}$$

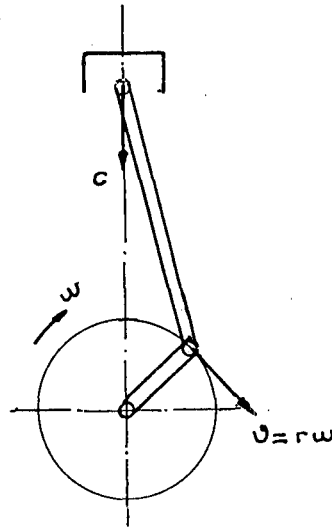
$$c = r \sin \alpha + \frac{d}{d\alpha} \left[ \frac{\lambda}{2} r \sin^2 \alpha \right] \frac{d\alpha}{dt}$$

$$c = r \left( \sin \alpha + \frac{\lambda}{2} \sin 2\alpha \right) \frac{d\alpha}{dt}$$

$\frac{d\alpha}{dt}$  : Krank milinin verilen  $t$  anındaki açısal hızıdır.

$$\frac{d\alpha}{dt} = \omega = \frac{\pi n}{30} \left[ \frac{1}{s} \right]$$

$$c = r\omega \left( \sin \alpha + \frac{\lambda}{2} \sin 2\alpha \right) \quad (2.5)$$



Şekil 2.4. Piston hızı ve çevresel hız

$$c = v \left( \sin \alpha + \frac{r}{2L} \sin 2\alpha \right) \quad (2.6)$$

$$v = r\omega$$

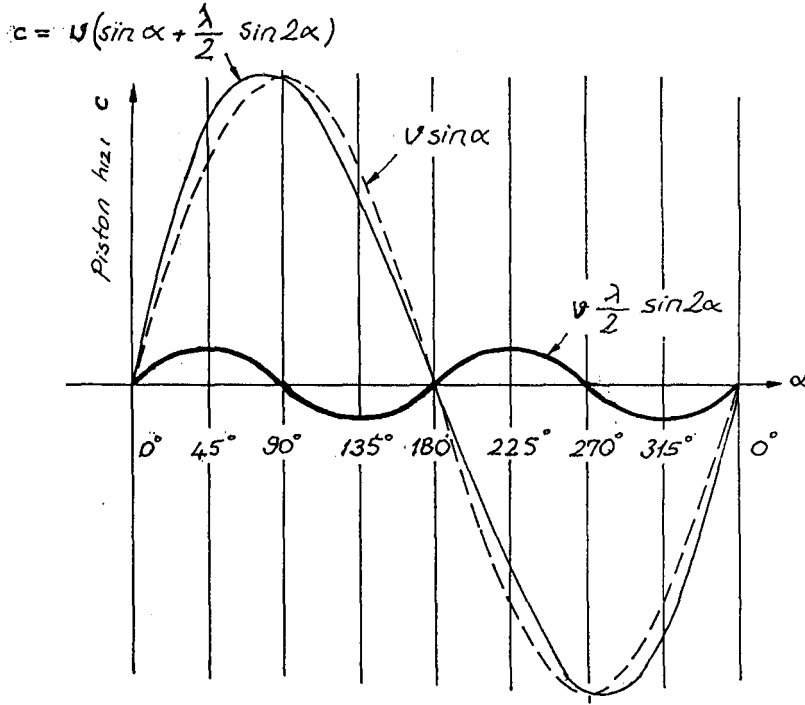
$v$  : Krank muylusunun çevresel hızı

$r/L = 1/4$  olan bir makinanın hızı Şekil 2.5'de gösterilmiştir.

2.2.3. Herhangi bir  $\alpha$  açısında pistonun ivmesi

$$a = \frac{dc}{dt}$$

$$a = \frac{dc}{d\alpha} \frac{d\alpha}{dt}$$



Şekil 2.5. Piston hızı

$$a = \omega r \left( \cos \alpha + \frac{\lambda}{2} 2 \cos 2\alpha \right) \frac{d\alpha}{dt}$$

$$a = \omega^2 r (\cos \alpha + \lambda \cos 2\alpha) \quad (2.7)$$

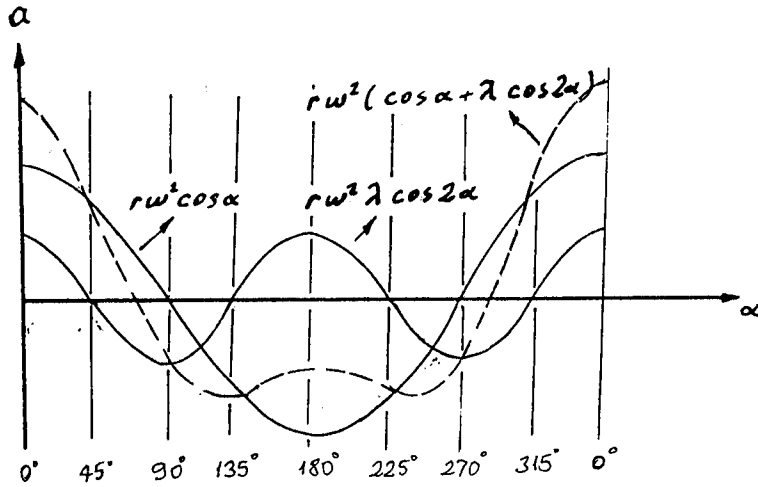
dir.

$$c = v \sin \alpha + \frac{v r}{2L} \sin 2\alpha$$

$$a = r \omega^2 (\cos \alpha + \lambda \cos 2\alpha)$$

Formülündeki birinci kısım, dönme ile aynı frekansta değişen "Birinci Mertebeden" terim ve ikinci kısım, dönmenin iki katı frekansta değişen "İkinci Mertebeden" kısımdır. Biyel sonsuz uzunlukta ise ikinci mertebeden terimler yok olur ve piston harmonik hareket yapar. Kısa biyelde hareket ve özellikle ivme sinüzoidten oldukça ayrılır. (Hartog, 1949).





Şekil 2.6. Piston ivmesi

### 3. İNDİRGEME

#### 3.1. İndirgemenin Sebebi

Krank-biyel mekanizmasındaki hareketli parçaların atalet kuvvetleri; öteleme hareketi yapan parçaların ve dönen parçaların atalet kuvveti olmak üzere ikiye ayrılır. Atalet kuvvetlerini bulabilmek için krank-biyel mekanizması elemanlarının kütlelerini bilmek gerekir. Yapılacak hesapları basitleştirmek için krank-biyel mekanizması dinamik olarak kendisine eşdeğer kütleli sisteme indirgenir.

Tüm hareketli parçalar hareketin yapısına göre üç gruba ayrılır.

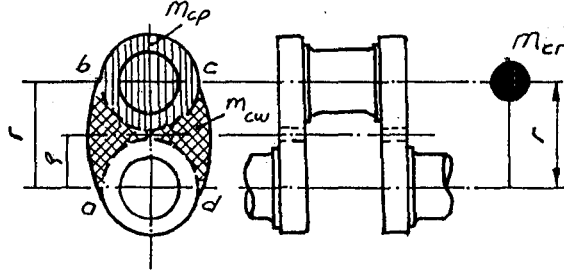
##### 3.1.1. Piston grubunun indirgenmesi

Piston eksenini boyunca öteleme hareketi yapan parçalar; pinli, segmanlı piston kütlesi piston muylusu üzerinde toplanmış kabul edilir ve  $m_{ir}$  ile gösterilir.

##### 3.1.2. Krank milinin indirgenmesi

Krank milinin dönen parçaları; bunların kütleleri krank yarıçapı üzerindeki bir noktaya indirgenerek kütlesi  $m_{cr}$  ile gösterilir. Bu indirgenme öyle yapılmalıdır ki; gerçek kütlenin merkezkaç kuvveti in-

dirgenmiş sistemin merkezkaç kuvvetine eşit olsun.



Şekil 3.1. Krankın indirgenmesi

Krank kol muylusuyla bitişik parçaların kütlesi  $m_{cp}$ 'nin ağırlık merkezi, krank kol muylusu eksenindedir. Dolayısıyla  $m_{cp}$  kütlesinin bu eksen üzerinde toplandığı kabul edilir. Ağırlık merkezi  $\varrho$  yarıçapında olan abcd taralı alanının kütlesi  $m_{cw}$ ,  $r$  yarıçapına (krank kol muylusu eksenine) indirgenirse,

$m_{cw_r}$  :  $r$  yarıçapına indirgenmiş  $m_{cw}$  kütlesi olmak üzere;

$$m_{cw} \varrho \omega^2 = m_{cw_r} r \omega^2$$

olur. Buradan;

$$m_{cw_r} = m_{cw} \frac{\varrho}{r}$$

bulunur.

Krankın indirgenmiş kütlesi

$$m_{cr} = m_{cp} + 2 m_{cw_r}$$

$$m_{cr} = m_{cp} + 2 m_{cw} \frac{\varrho}{r}$$

### 3.1.3. Biyel grubunun indirgenmesi

Düzlemsel bileşik hareket yapan parçalar: (Biyel grubu) Biyel, belirli bir yaklaşımla kütlesi statik olarak biyelin kütlesine eşit olacak şekilde iki kütleli sisteme indirgenir. Biyeler S ağırlık merkezinden geçen ve hareket düzlemine dik eksene göre kütleli atalet yarıçapı

$$I_S^2 = \overline{AS} \cdot \overline{BS}$$

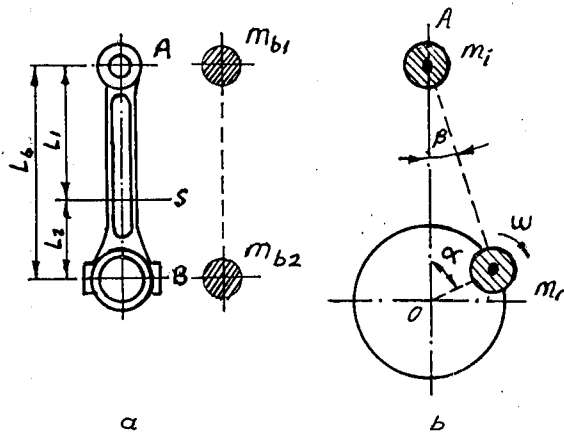
olacak şekilde imal edilirler. Bundan dolayı statik bakımdan biyele eşdeğer olan iki kütle dinamik bakımdan da eşdeğer olur.

$m_{b1}$  : Piston pim ekseninde toplandığı kabul edilen kütle

$m_{b2}$  : Krank kol muylusu ekseninde toplandığı kabul edilen kütle

Biyel kütlesi  $m_b$  iki kütleli indirgenir. Şekil 5.2'de bunlardan birisi piston muylusu eksenine indirgenmiş kütle,

$$m_{b1} = m_b \frac{L_{b2}}{L_b}$$



Şekil 3.2.a. Biyelin indirgenmesi  
b. Krank-biyelin indirgenmesi

diğeri krank kol muylusu eksenine üzerine indirgenmiş kütle,

$$m_{b2} = m_b \frac{L_{b1}}{L_b}$$

olur.

Dinamik olarak eşdeğer bir sistem elde etmek için aşağıdaki üç şart sağlanmalıdır.

1. Sabit toplam kütle

$$m_b = m_{b1} + m_{b2}$$

2. Kütlelerin ağırlık merkezinin durumu

$$m_{b1} L_1 = m_{b2} L_2$$

3. Kütle merkezine göre sistemin sabit atalet momenti.

$$I_{br} = m_{b1} L_1^2 + m_{b2} L_2^2$$

$$I_{br} = m_b \frac{L_{b2}}{L_b} L_1^2 + m_b \frac{L_{b1}}{L_b} L_2^2$$

$$I_{br} = m_b L_{b1} L_{b2}$$

İndirgenmiş kütlelerin atalet momenti  $I_{br}$ , biyelin  $I_b$  atalet momentine eşit olmalıdır.

Araç motorlarının dizaynında

$$m_{b1} = (0,2 \sim 0,3) m_b$$

$$m_{b2} = (0,7 \sim 0,8) m_b$$

alınır (Arkhangelsky, 1979).

#### 4. PİSTONLU MAKİNALARDA TİTREŞİM OLAYLARI VE DENGELEME

##### 4.1. Titreşimin Tarifi

Titreşim genel anlamda periyodik bir hareket, yani periyot denilen ve  $T$  ile gösterilen bir zaman aralığından sonra bütün özellikleriyle beraber tekrarlanan bir harekettir. Bu titreşim sisteminin durumu uygun bir şekilde seçilmiş durum büyüklükleri, örneğin açı, sıcaklık, elektriksel gerilim, hız v.b. gibi vasıtalarıyla belirtilebilir.  $x$  bir durum büyüklüğü ise, titreşim teorisi  $x$ 'in zamanla değişimi, yani  $x=x(t)$  fonksiyonu ile ilgilenir.  $X$ 'ın periyodik olarak değiştiği durumlar için,

$$x(t) = x(t+T)$$

geçerlidir.  $T$  periyodunun tersi

$$f = \frac{1}{T}$$

titreşimin frekansı, yani 1 saniyedeki titreşimlerin sayısıdır. Frekansın birimi Hertz'dir.

$f$  ile verilen titreşim frekansı, dairesel frekans olarak adlandırılan  $\omega$  büyüklüğü ile de kullanılır  $\omega$ ;  $2\pi$  saniye içindeki titreşimlerin sayısıdır. Dairesel frekans için

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

bağıntısı geçerlidir.

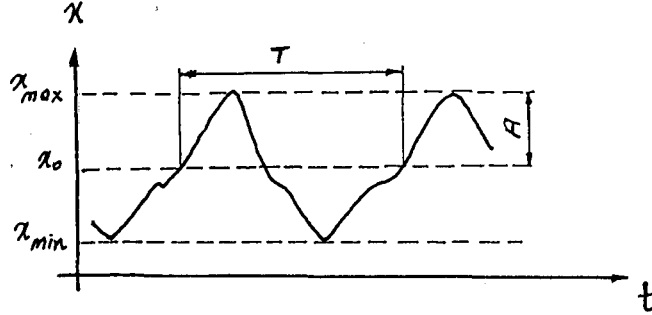
Periyot veya frekans titreşimin genliğini belirler. Titreşimin şiddeti  $A$  genliği ile verilir. Bundan toplam titreşim aralığının yani bir periyot esnasında  $x$ 'in en büyük değeri  $x_{\max}$  ve en küçük değeri  $x_{\min}$  ise,

$$A = \frac{1}{2} (x_{\max} - x_{\min})$$

olur.  $x$  durum büyüklüğünün değeri periyodik değişimlerde

$$x_0 = \frac{1}{2} (x_{\max} + x_{\min})$$

ile tarif edilebilecek bir orta konum etrafında dalgalanır. Simetrik titreşimlerde bu orta konum aynı zamanda denge konumuna karşılık gelir.



Şekil 4.2. Peryodik bir değişimin x,t diyagramı

Peryodik hareketin en basiti ve en önemlisi sinüsoidal titreşim olarakta adlandırılan harmonik titreşimdir. Titreşimin sinüzoidal olmadığı durumlarda dahi, sinüs fonksiyonu yaklaşık ifade için rahatça kullanılabilir bir yardımcı vasıta olarak kendini gösterir. Yapılan deneylerde x durum büyüklüğü olarak elektriksel gerilim alınmıştır.

#### 4.2. Pistonlu Makinalarda Titreşimin Meydana Gelişi

Pratikte, pistonlu makinalarda iki titreşim grubu vardır. Bunlar;

1. Makina grubunun tamamından temeline geçen titreşimler,
2. Krank milinde ve tahrik edilen makinaların millerindeki burulma titreşimleri.

Bu titreşimlerin nedeni, hareket eden parçaların (pistonlar, mil ve biyeller) periyodik ivmelerinin ve silindirdeki buhar veya gaz basıncındaki periyodik değişimlerin bileşimidir (Hartog, 1949).

F kuvveti, piston üzerinde zamanla değişen basınç kuvveti Şekil 3.1'de gösterilmiştir.

$$F = \frac{\pi d^2}{4} p$$

d : Piston çapı, p : Silindir içindeki basınçtır.

Bunlardan biriyle beraber  $F_b$  kuvveti,  $F_b$  y gibi bir kuvvet çifti oluşturur. Bu çift, motorun döndürme momentine eşittir (Palavan, 1975).

Taralı üçgenlerin benzerliğinden

$$\frac{y}{r} = \frac{F}{F_{b1}} \quad \text{ve} \quad (F_{b1} = F_{b2} = F_{b3} = F_b)$$

yazılır. Buradan;

$$M_d = F_{b1} y = T.r \quad (4.4)$$

elde edilir.

Serbest kalan  $F_{b3}$  kuvveti yatay ve düşey bileşenlere ayrılabilir.

Düşey bileşen:

$$\begin{aligned} F'_1, (F'_1 = F_1) \\ F'_1 = F_{b3} \cdot \cos \beta \end{aligned} \quad (4.5)$$

motor mesnedine tesir eder.

Yatay bileşen:

$$\begin{aligned} F'_N, (F'_N = F_N) \\ F'_N = F_{b3} \sin \beta = \frac{F_1}{\cos \beta} \sin \beta \\ = F_1 \operatorname{tg} \beta \end{aligned} \quad (4.6)$$

Şekil 3.1.b'den görüldüğü gibi makinayı devirmeye çalışan  $F'_N \cdot x$  momenti mevcuttur. Bu momente devirme veya reaksiyon momenti denir. Bu moment pistonun her konumu için motorun döndürme momentine eşit ve zıttır (Palavan, 1975).

$$M_r = -F'_N \cdot x \quad (4.7)$$

$$\begin{aligned} M_r &= -(F_1 \operatorname{tg} \beta)(L \cos \beta + r \cos \alpha) \\ &= -\frac{F_1 \sin \beta}{\cos \beta} r \left( \frac{L}{r} \cos \beta + \cos \alpha \right) \end{aligned}$$

$F$  kuvveti pistonu ve silindir yüzeylerine tesir eder. Bu kuvvet pistonu aşağıya itmeye çalıştığı gibi silindir kafasını da yukarıya doğru iter. Piston pernosunun biyel üzerine yaptığı etki

$$F_1 = F + F_i \quad (4.1)$$

olarak kabul edilir. Burada,

$F_i$  : Öteleme (gidip-gelme) hareketi yapan parçaların oluşturduğu kuvvettir.

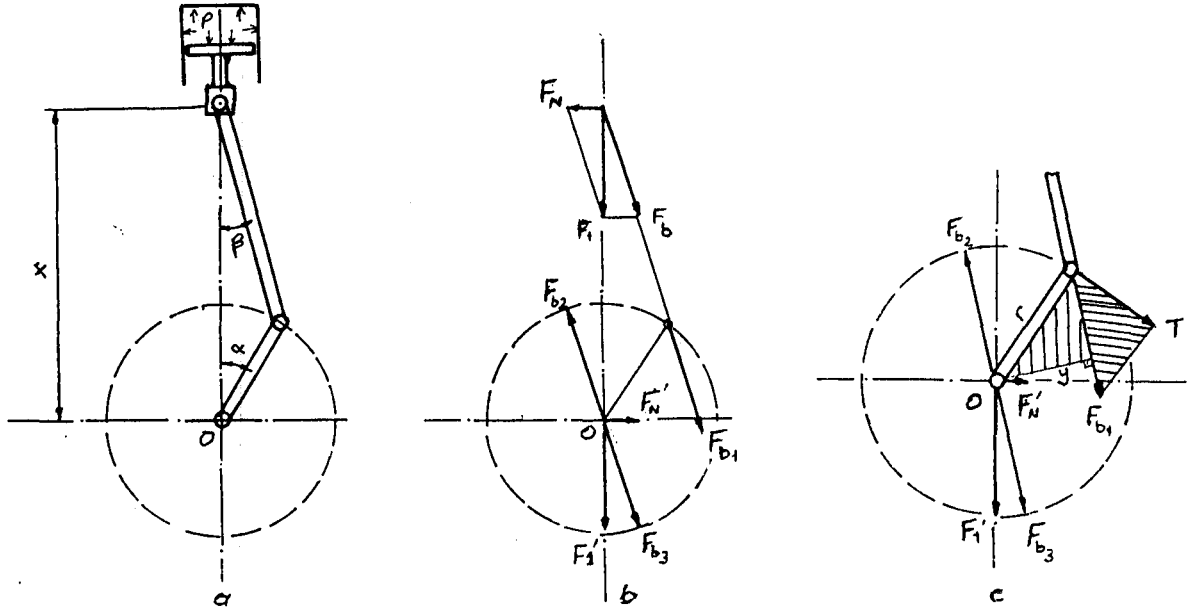
$F_1$  kuvveti,  $F_N$  (Normal kuvveti) ve  $F_b$  (Biyel Kuvveti) kuvvetleri ile dengededir.

$$F_N = F_1 \operatorname{tg} \beta \quad (4.2)$$

Silindir eksenine dik kuvvet olup,

$$F_b = F_1 / \operatorname{Cos} \beta \quad (4.3)$$

Biyel eksenini boyunca olan kuvvettir.



Şekil 4.1. Krank-biyel ve pistonu etki eden kuvvetler

$F_b$  kuvvetini krank muylusuna nakledeyim. Krank milinin dönme merkezine,  $F_b$ 'ye paralel ve aksi yönde iki  $F_b$  kuvveti tatbik edelim.



$$= - \frac{F_l \cdot r}{\cos \beta} \left( \sin \beta \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \cos \beta + \sin \beta \cos \alpha \right)$$

$$M_r = \frac{F_l \cdot r}{\cos \beta} \sin (\alpha + \beta) \quad (4.7a)$$

ve

$$M_d = F_{bl} \cdot y$$

idi.

$$M_d = \frac{F_l}{\cos \beta} (r \sin (\alpha + \beta)) \quad (4.7b)$$

ise

$$M_d = -M_r \quad (4.8)$$

Silindirdeki gaz basıncı makina çevresinde bileşke kuvvet doğurmaz. Fakat düşey eksen etrafında bir moment meydana getirir.

Döndürme momenti mutlak değer bakımından Reaksiyon Momentine eşittir. Reaksiyon Momentinin sabit bir değeri yoktur,  $M_d$  döndürme momentine bağlı olarak değişir.

Döndürme momenti, direnç kuvvetlerinin  $M_w$  toplam momentini yenmek ve bütün dönen kütlelerin açısal ivmesini değiştirmek için harcanır. Böylece

$$M_d = M_w + \theta \cdot \xi$$

yazılabilir. Burada,

$\theta$  : Bütün dönen kütlelerin toplam atalet momenti,

$\xi$  : Açısal ivme

$$\xi = \frac{dw}{dt} = \frac{d^2\alpha}{dt^2}$$

dir. Makina çalışırken ilk terim olan  $M_w$  sabittir. Ancak makinanın açısal hızı  $\omega$  her zaman sabit olmaz. Bu durumda titreşim meydana gelir (Palavan, 1975).

Pancar motorundaki titreşimin sebebi dengelenmemiş atalet kuvvetleridir. Krankın düzgün dönmesi halinde, piston ivmesi 2.7 denklemin-den

$$a = r \omega^2 (\cos \alpha + \lambda \cos 2\alpha)$$

idi. Bu ivme B noktasındaki  $m_i$  kütesinin ivmesidir. O halde  $m_i$  kütesinin oluşturacağı atalet kuvveti hareket doğrultusunda ve

$$F_i = m_i r \omega^2 (\cos \alpha + \lambda \cos 2\alpha)$$

Denklemin ilk terimi  $P_{i1}$  birinci mertebeden atalet kuvvetidir ve

$$F_{i1} = m_i r \omega^2 \cos \alpha \quad (m_i = m_{ir} + m_{b1})$$

değerindedir. Bu kuvvetin değişim periyodu krank milinin tam bir devrine eşittir. Yani en büyük ve en küçük değerini krankın bir tam devri sırasında sadece bir kez alır.

Denklemin ikinci terimi

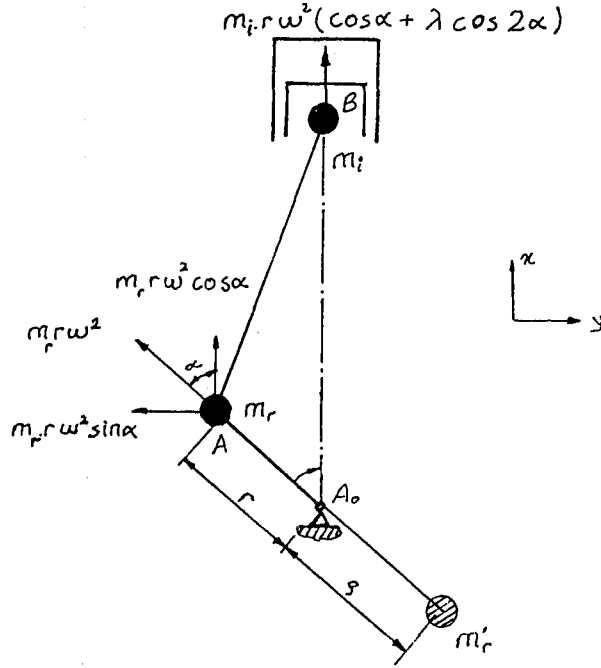
$$F_{i2} = m_i r \omega^2 \lambda \cos 2\alpha$$

dır. Buna ikinci mertebeden atalet kuvveti denir. Bu kuvvetin değişim periyodu krankın yarım devrine eşittir. Yani en büyük ve en küçük değerini krankın yarım devrinde bir kez alır.

$m_r$  kütesinin düzgün açısal hızla döndüğü kabulüyle oluşturacağı atalet kuvveti

$$F_c = m_r r \omega^2 \quad (m_r = m_{cr} + m_{b2})$$

büyükliğünde olup, yönü  $A_0 A$  doğrultusundadır.  $F_i$  ve  $F_c$  kuvvetleri Şekil 4.3'de gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Kuvvetlerin gösterilişi

$F_c$  kuvveti bileşenlerine ayrılabilir.  $F_c$  kuvvetinin bileşenleri ve  $F_i$  kuvveti analitik olarak toplanabilir.

x doğrultusunda

$$F_x = (m_i + m_r) r \omega^2 \cos \alpha + m_i r \omega^2 \lambda \cos 2\alpha$$

ve y doğrultusunda

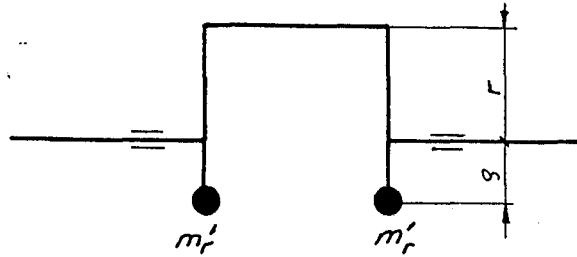
$$F_y = m_r r \omega^2 \sin \alpha$$

dir.

#### 4.2.1. Merkezkaç kuvvetinin dengelenmesi

A noktasında (krank kol muylusu ekseninde) bulunduğu kabul edilen  $m_r$  kütlesi  $F_c$  merkezkaç kuvvetini oluşturur. Bu kuvvet, krank kollarının karşısındaki çıkıntılar üzerine tespit edilen karşı ağırlık ile dengelenebilir. Konulan karşı ağırlığın ağırlık merkezi, dönen kütlelerin ağırlık merkezinin düzleminde olmalıdır. Aksi halde yeni bir

devirme momenti oluşur.



Şekil 4.3. Merkezkaç kuvvetinin dengelenmesi

$F_c$  merkezkaç kuvvetini karşılayacak bir tek karşı ağırlığın kütlesi

$$2 m'_r \varphi \omega^2 = m_r r \omega^2$$

buradan

$$m'_r = \frac{1}{2} \left( \frac{m_r r}{\varphi} \right) \quad (4.9)$$

bulunur.

#### 4.2.2. Öteleme atalet kuvvetlerinin dengelenmesi

##### 4.2.2.a. Birinci mertebeden atalet kuvvetlerinin dengelenmesi

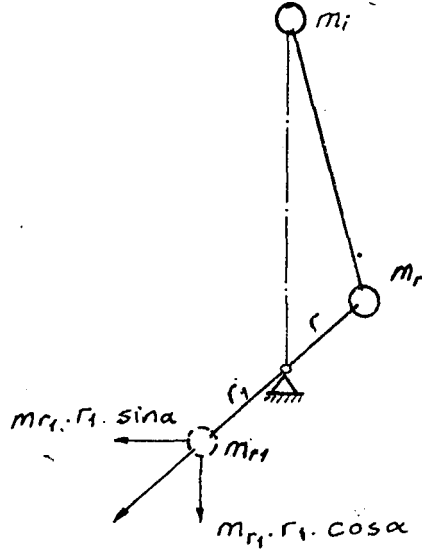
Bu kuvveti  $m_{r1}$  kütleli bir karşı ağırlığı  $r_1$  uzaklığına yerleştirerek dengelemeye çalışırsak değeri birinci mertebeden atalet kuvvetine eşit ve daima zıt yönde olan bir

$$m_{r1} r_1 \omega^2 \cos \alpha$$

düşey bileşeni elde edilir. Bu kuvvet  $F_{i1}$  kuvvetini dengeler. Fakat bu durumda

$$m_{r1} r_1 \omega^2 \sin \alpha$$

kuvveti oluşur. Silindir ekseni boyunca oluşan kuvvetten kurtulmak isterken, bu kuvveti silindir eksenine dik bir düzleme aktarmış olduk.



Şekil 4.4.  $F_{il}$  Kuvvetinin dengelenmesi

Aynı problem  $F_{i2}$  kuvvetinde de ortaya çıkar. Dolayısıyla  $F_{il}$  ve  $F_{i2}$  kuvvetinden tamamen kurtulmak karmaşık, pahalı da olsa ancak ve ancak Lanchester metoduyla gerçekleştirilebilir. Bu metot çok özel durumlar dışında kullanılmaz.

#### 4.3. Lanchester Metodu

Bu metotla  $F_c$  merkezkaç kuvveti ve  $F_i$  atalet kuvvetleri tamamen dengelenebilir.  $m_r$  kütesinin oluşturacağı  $F_c$  merkezkaç kuvveti  $m_r'$  kütesi ile dengelenir. Bu kütenin değeri 4.9 denkleminde verildiği gibi,

$$m_r' = \frac{1}{2} \left( \frac{m_r r}{\rho} \right)$$

olur.

$F_{il}$  kuvvetini karşılayacak karşı ağırlıklar A-A' millerine tespit edilmişlerdir. Her bir mile

$$m_{il} = \frac{1}{2} \frac{m_i r}{\rho_1}$$



leşenler birbirini dengelerler. Düşey bileşenlerin toplamı da  $F_{i2}$  kuvvetine eşit ve zıt olduğu için bu kuvveti dengeler.

Uygulamada  $F_c$  merkezkaç kuvvetinin tamamını ve  $F_{i1}$ 'inci mertebeden atalet kuvvetinin yarısını karşılayacak karşı ağırlıklar kullanılır.  $m$  kullanılacak karşı ağırlık,  $\zeta_k$   $m$  kütlelerinin konulacağı mesafe olmak üzere

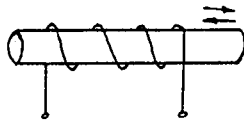
$$2 m \zeta_k \omega^2 = m_r r \omega^2 + \frac{1}{2} m_i r \omega^2$$

$$m = \frac{1}{2} (m_r + \frac{1}{2} m_i) \frac{r}{\zeta_k}$$

olur. (Palavan, 1975).

## 5. DENEYİN YAPILIŞI VE KAYDI

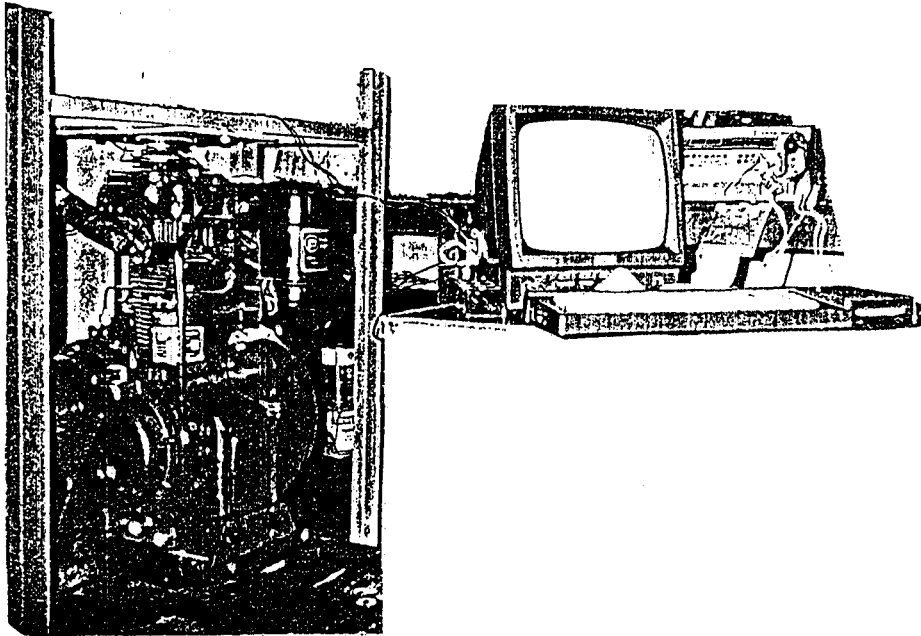
Bu  $m$  kütleli karşı ağırlık, uygulamada tam bir dengeleme sağlamadığı için, titreşime sebep olacaktır. Böyle bir  $m$  kütlelerinin kullanıldığı pancar motorunda, çalışma anında meydana gelen titreşimin genliği büyüktür. Yapılan deneylerde, karşı ağırlıkta yapılacak değişikliğin titreşimin genliğini azaltıp-azaltmadığı incelenmiştir. Oluşan titreşimin çok hassas kaydedilmesi mekanik olarak hemen hemen imkansızdır. Deney sonuçlarının bir yere kaydedilmesi ve bunların birbiriyle karşılaştırılması yapılan deneyin sıhhati bakımından önemlidir. Bu yüzden bilgisayar desteğine başvurulmuştur. Elektrik-Elektronik Bölümü'nde ses sinyali analizinde kullanılan devre ve programlara uygun ilaveler yapılmıştır. Kayıt aleti olarak hoporlör kullanılmıştır. Fakat gerçekte kullanılan pekçok ölçüm aletinde de var olan (örneğin; Displacement Transducer) ve en basit haliyle bir mıknatıs ve onun etrafında sarıllı bobindir.



Şekil 5.1. Kayıt cihazının basit şekli

Mıknatısın ileri geri hareketi ile bobin uçları arasında bir gerilim oluşur. Bu gerilim uyum devresinden geçirilerek değerlendirilir ve bu değer bilgisayara aktarılır. Assembler ve Basic programlarının yardımıyla da bu değerler nümerik ve grafik haline getirilirler. Bu basit prensibi içeren mıknatıs ve bobini kayıt yapılacak yere yerleştirmek pekçok problemi ortaya çıkarır. Yukarıda açıklanan temel prensibi içeren ve montajı kolay olan olan alet hoparlördür.

Kayıt aletinin motorun sesini almaması için, aletin kon'una ağırlık takılmıştır.



Şekil 5.2. Bilgisayar ile kayıt

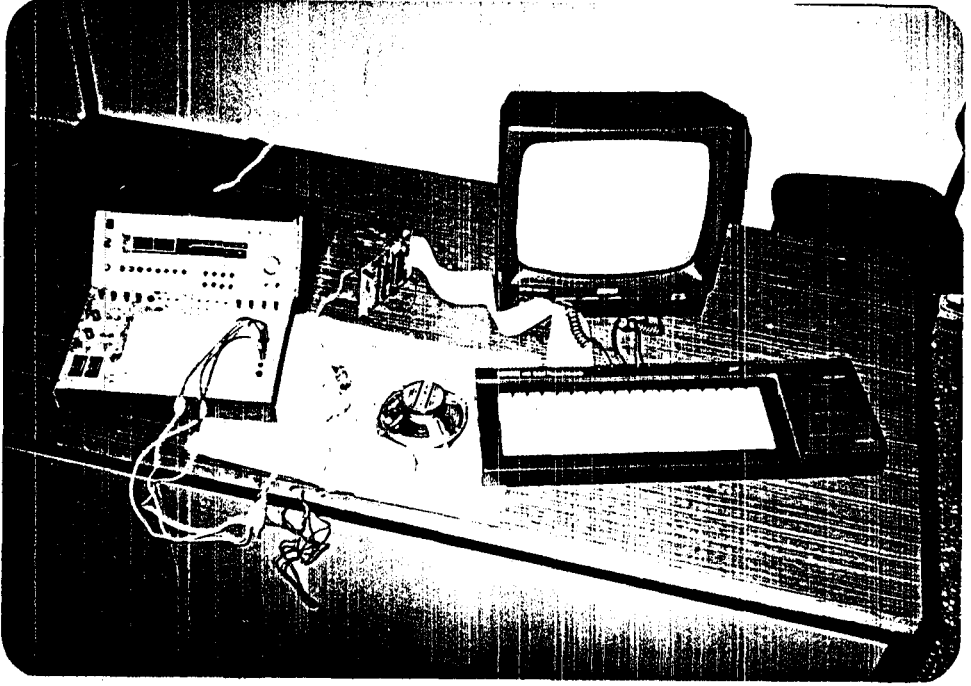
Uyum devresi saniyede 16.000 data almaktadır ve kronometre ile ölçülen kayıt süresi 2,7 ~ 2,8 saniyedir. Bilgisayarda çizilen grafiklerde 97 adet periyot sayılmıştır. Bu ölçümün doğruluğu nümerik yoldan da bulunabilir.

Pancar motorunun devir sayısı

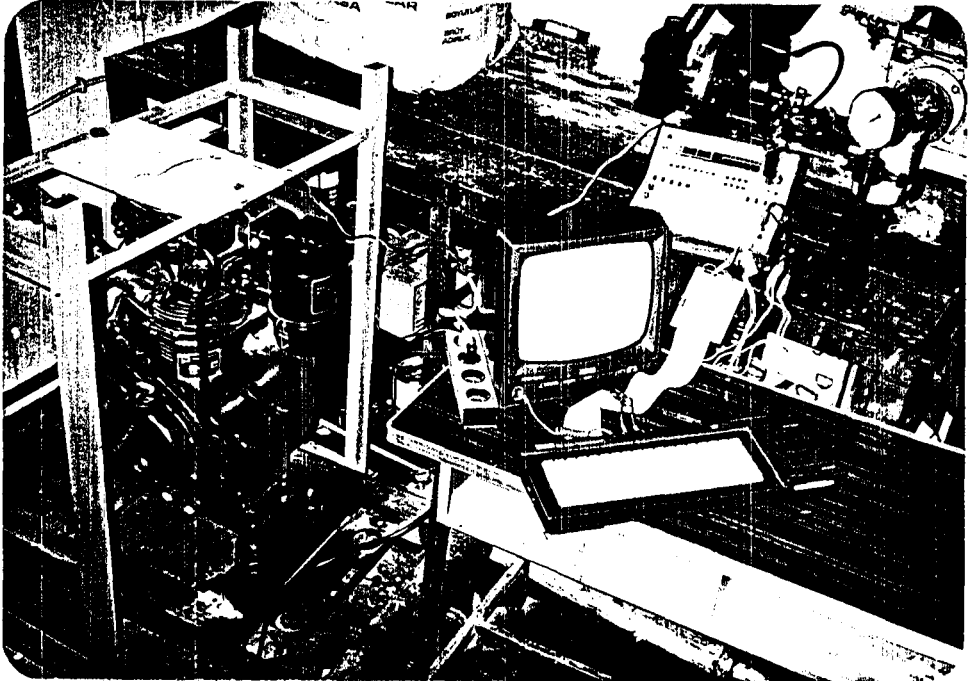
$n \approx 2100$  dev./dak.

Açısal hız  $\omega = \frac{2\pi n}{60}$  ve  $\omega = 2\pi f$





Şekil 5.3. Titreşim kaydını yapan elemanlar



Şekil 5.4. Titreşimin kaydı

formüllerinden

$$f = \frac{n}{60}$$

bulunur. n'in değeri yerine koyulursa

$$f = 35 \text{ Hz}$$

olur. Titreşimin periyodu ise

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{35}$$

$$T = 0,0285 \text{ (s)}$$

Kayıt sırasında 97 periyot sayıldığı için

$$0,0285 \times 97 \approx 2,8 \text{ (s)}$$

olur.

Bu düzeneğe yardımıyla elde edilen titreşimin değeri 1/100 hassasiyette volt cinsinden kaydedilmiştir. Karşı ağırlıklara kurşun ilave ederek ağırlığı arttırılmıştır. Yine bu kütleler delinerek ağırlığı azaltılmıştır. Yapılan deneylerin çıktıları karşılaştırıldığında; karşı ağırlıklarda yapılan değişikliğin varolan titreşimin genliğini değiştirmedeği (azaltmadığı ve arttırmadığı) gözlenmiştir.

#### 5.1. Titreşim Kaydının Teorik Olarak İzahı ve Uyum Devresinin Çalışma Prensipleri<sup>(1)</sup>

Uyum devresi 8255 A PPI, ADC 808 ve adres çözücüden meydana gelmektedir. 8255 A, bilgisayarla uyum devresi arasındaki bağıntıyı sağlar. Bir kontrol yazacı ve A,B,C ile gösterilen ayrı ayrı adreslenebilir portlara sahiptir. Bilgilerin uyum devresine veya bilgisayara akışı ve portlar yardımıyla olur. ADC 808, sekiz bitlik analog sinyali dijital çevirici olup, 8255 A'nın A portuna bağlıdır. ADC 808

---

(1) Edizkan, 1987

sekiz tane girişe sahiptir. Bu sekiz girişten hangisinin seçildiği ADC 808'in üç adres girişi (ADD A, ADD B ve ADD C) ile belirlenir. ADC 808, 0-5 volt arasındaki sinyalleri dijital verilere çevirmektedir. ADC'de 0-5 volt arası 256 voltaj basamağına bölünmüştür. Bu her basamağa sekiz bitlik bir dijital veri karşılık gelir. ADC'in girişindeki sinyalin değeri yaklaşık hangi voltaj basamağına karşılık geliyorsa, o basamağa ait sekiz bitlik veri ADC çıkışında görülür. Bu veri bilgisayar tarafından alınarak değerlendirilir. ADC 808'in analog sinyali dijitalle çevirme zamanı 100 mikro saniyedir. Bu analog sinyalden saniyede 16.000 örnek alınarak bunları sekiz bitlik verilere çevirmemize olanak verir.

DAC 808, ADC 808'in tam tersi bir fonksiyona sahiptir ve sekiz bitlik dijital verilerin analog sinyale çevrilmesini sağlar.

Adres çözücü ise bilgisayar çıkış terminalinde belirli bir adres olduğunda uyum devresini aktif hale getirir.

Şekil 5.3'de kayıt elemanları gösterilmiştir. Şekil 5.4'de ise titreşimin kaydı gösterilmiştir.

## 5.2. Uyum Devresini Kullanarak Titreşimin, Bilgisayar Desteği İle Kaydı.

Titreşim elde edilirken uyum devresinin yanında bir devreden daha yararlanılmıştır. Bu devre sinyal ölçülen yerde ADC 808'in girişleri arasında tampon görevi görmekte ve ayrıca sinyalin frekans seviyesini 2,5 volta getirmektedir. ADC 808'in birinci ve ikinci girişleri faz geriliminin ve akımın örneklenerek bilgisayara kaydedilmesinde kullanılmıştır.

Titreşimin hoporlörle kaydedilmesi için gerekli bilgisayar programları Basic ve Z 80 Assembler program dilinde yazılmıştır. Basic dilinde yazılan programın akış diyagramı Şekil 5.5'de verilmiştir. Program çalıştırıldığında bilgisayar önce uyum devresindeki 8255-A PPI'yi başlangıç durumuna programlar ve Assembler programları hafızasına yükler. Daha sonra herhangi bir tuşa basılmasını bekler. Eğer tuşa basılmışsa o tuşun program içinde ilgili olduğu fonksiyonel bir işlem olup olmadığını araştırır. Bunun sonucunda ilgili bir işlem

bulduysa bu işlem ile ilgili alt programa atlar. Bilgisayar alt programından ana programa döndükten sonra yeniden tuşa basılmasını bekler.

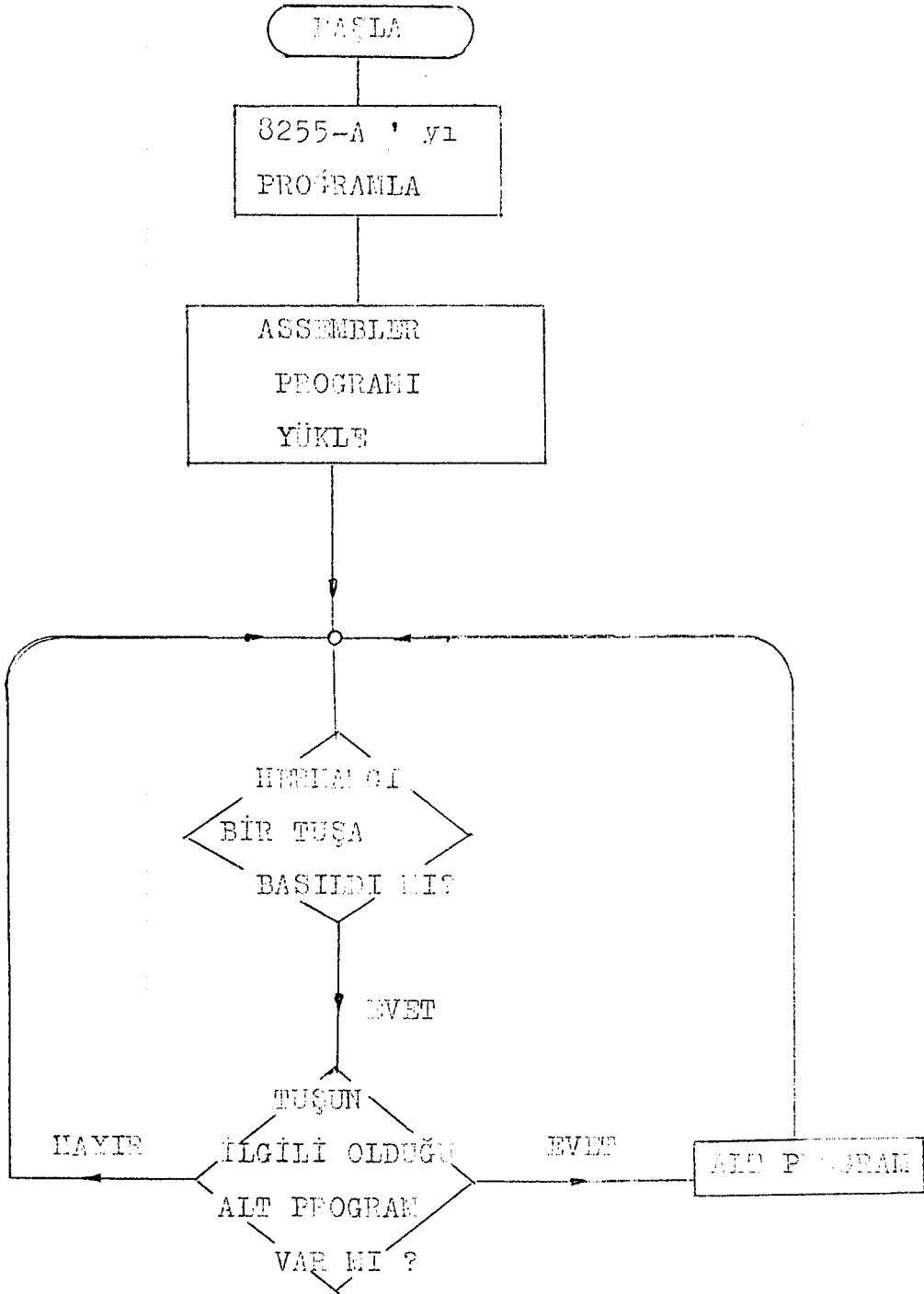
Z 80 Assembler programı faz gerilimi ve faz akımı sinyallerinin kayıt edilmesinde kullanılır. Bu programda önce ADC 808'in faz gerilimi girişi (IN'1) seçilir ve ADC'ye SC darbesi gönderir. 100 mikro saniye sonra ADC'in OE bacağı mantıksal "1" yapılır ve ADC çıkışındaki sekiz bitlik veri 8255-A PPI'nın A portundan okuyarak bilgisayarın hafızasına yerleştirir. Daha sonra OE bacağı mantıksal "0" yapılır ve faz girişi (IN 2) seçilerek SC darbesi gönderir. Yine 100 mikro saniye sonra ADC çıkışındaki sekiz bitlik veri okunarak hafızaya kaydedilir. Bu ardışık sistem yaklaşık üç saniye süresince 16.000 veri alınmaya kadar devam eder. Buradaki örnekleme frekansı yaklaşık 6 kHz dolayındadır. Programın akış şeması Şekil 5.6'de verilmiştir.

Bilgisayar motor çalıştırıldığından itibaren yaklaşık 3 saniye süresinde, ADC 808'in birinci kanalından faz gerilimi ve ikinci kanalından faz akımını belirleyen gerilimi ardışık olarak okuyarak hafızasına kayıt eder. Bu süre içinde, her iki kanaldan toplam 16.000 veri okunur ve hafızasının  $(6000)_{16} - (9E00)_{16}$  adreslerinin gösterdiği bölüme yerleştirilir.

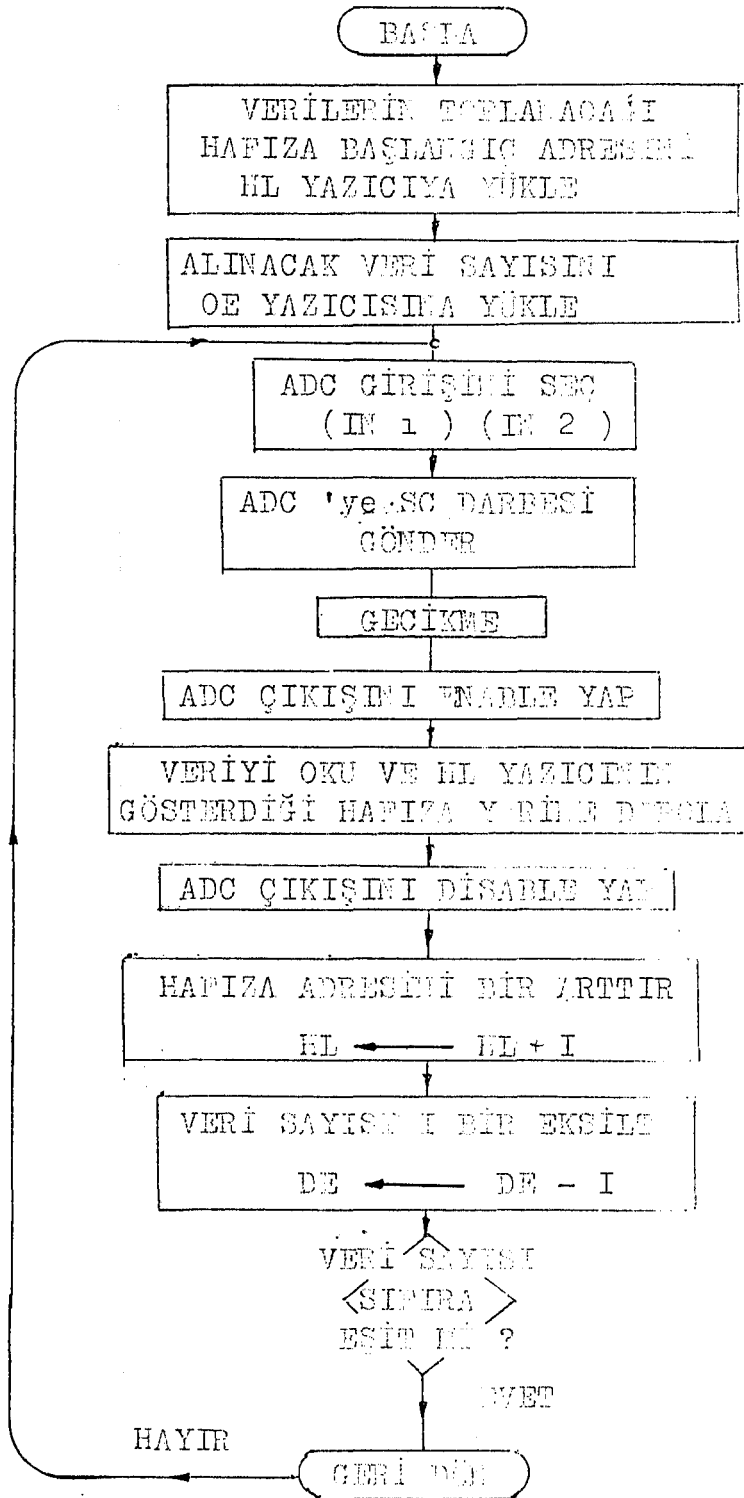
Kayıt edilen ardışık veriler  $(5/256)$  katsayısı ile çarpılarak gerilim değerine çevrilir. Faz gerilimi kayıt edilirken belli bir m oranında küçüldüğünden, gerçek değer hesaplanırken yeniden m ile çarpılır. Faz akımı ise,

$$I_f = V_I/R$$

ifadesinden hesaplanır.

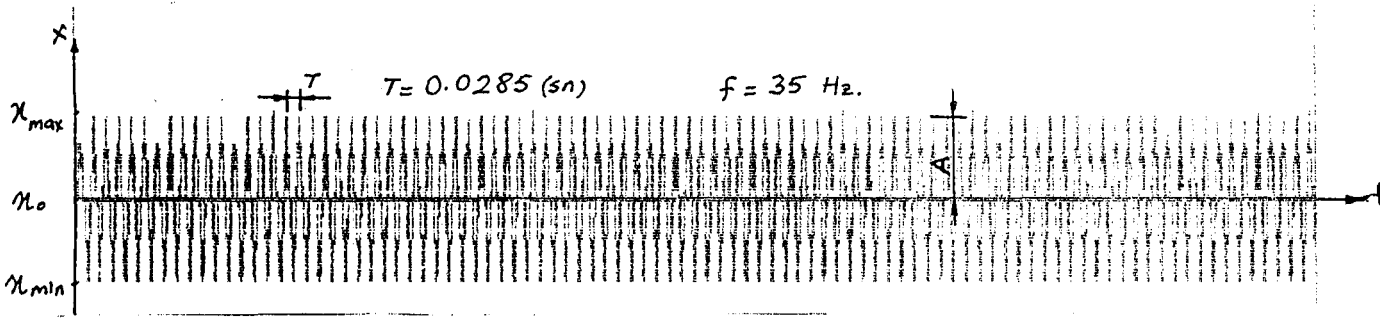


Şekil 5.5. Basic programının akış diyagramı.



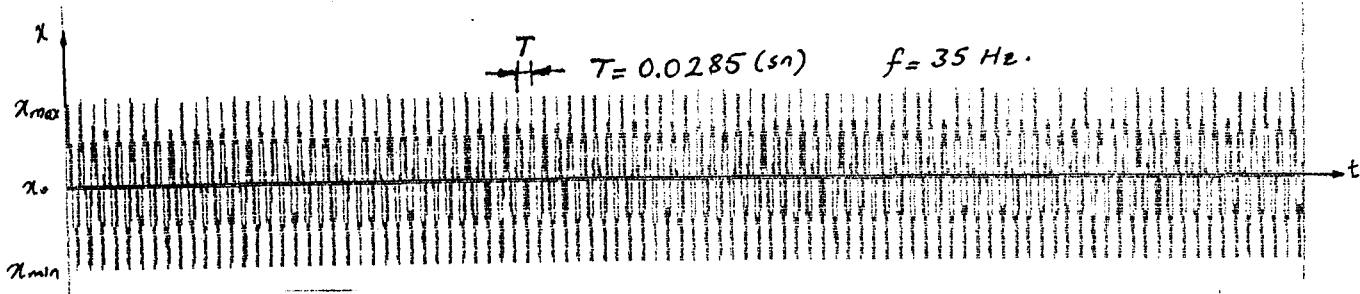
Şekil 5.6. Sinyal kaydı yapan Assembler programının akış diyagramı

## 5.3. Deney Çıktıları



-0.33	-0.33	-0.33	-0.61	-0.59	-0.57	-0.57	-0.37	-0.37	-0.35
-0.33	-0.31	-0.27	-0.02	-0.31	-0.29	-0.27	-0.25	-0.06	-0.04
-0.04	-0.02	0.02	0.04	0.00	0.02	0.02	0.04	0.06	0.25
0.25	0.27	0.29	0.33	0.35	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
0.37	0.55	0.55	0.57	0.57	0.57	0.55	0.37	0.35	0.35
0.33	0.31	0.29	0.25	0.25	0.06	0.06	0.04	0.02	0.00
0.00	0.27	0.10	0.06	0.02	0.00	-0.02	-0.04	-0.06	-0.25
-0.25	-0.27	-0.31	-0.04	-0.08	-0.25	-0.29	-0.31	-0.35	-0.37
-0.37	-0.39	-0.63	-0.63	-0.33	-0.33	-0.63	-0.33	-0.63	-0.61
-0.61	-0.57	-0.37	-0.35	-0.31	-0.29	-0.25	-0.03	-0.04	-0.02
-0.02	-0.29	-0.25	-0.06	-0.04	-0.02	0.02	0.04	0.06	0.10
0.10	0.27	0.29	0.00	0.02	0.04	0.06	0.25	0.27	0.29
0.29	0.31	0.33	0.35	0.35	0.37	0.37	0.37	0.35	0.55
0.55	0.55	0.37	0.37	0.35	0.33	0.33	0.33	0.33	0.31
0.31	0.31	0.27	0.25	0.06	0.04	0.02	0.27	0.27	0.06
0.08	0.04	0.02	-0.02	-0.06	-0.06	-0.27	-0.29	-0.08	-0.27
-0.27	-0.31	-0.33	-0.37	-0.37	-0.39	-0.57	-0.59	-0.63	-0.65
-0.63	-0.33	-0.33	-0.33	-0.33	-0.33	-0.63	-0.63	-0.61	-0.59
-0.59	-0.57	-0.39	-0.37	-0.33	-0.29	-0.25	-0.03	-0.04	-0.31
-0.31	-0.31	-0.27	-0.25	-0.06	-0.04	-0.02	0.02	0.04	0.06
0.06	0.10	0.29	0.00	0.02	0.04	0.06	0.23	0.25	0.29
0.29	0.31	0.33	0.35	0.37	0.37	0.55	0.55	0.55	0.55
0.55	0.55	0.57	0.55	0.55	0.37	0.29	0.25	0.25	0.06
0.06	0.06	0.04	0.02	0.00	0.27	0.10	0.06	0.02	0.00
0.00	-0.02	-0.04	-0.06	-0.25	-0.27	-0.29	-0.04	-0.06	-0.25
-0.25	-0.29	-0.33	-0.35	-0.37	-0.57	-0.57	-0.57	-0.59	-0.61
-0.61	-0.63	-0.35	-0.33	-0.63	-0.33	-0.63	-0.55	-0.63	-0.61
-0.61	-0.59	-0.57	-0.37	-0.33	-0.29	-0.25	-0.03	-0.04	-0.02
-0.02	-0.31	-0.27	-0.25	-0.02	0.00	0.02	0.06	0.08	0.27
0.27	0.29	0.00	0.02	0.25	0.27	0.29	0.31	0.33	0.33
0.33	0.35	0.35	0.37	0.37	0.37	0.37	0.55	0.37	0.37
0.37	0.37	0.35	0.35	0.33	0.33	0.31	0.29	0.27	0.25
0.25	0.06	0.06	0.04	0.02	0.00	0.27	0.06	0.04	0.00
0.00	-0.02	-0.06	-0.25	-0.27	-0.29	-0.31	-0.04	-0.06	-0.27
-0.27	-0.31	-0.33	-0.35	-0.37	-0.39	-0.57	-0.57	-0.61	-0.61
-0.61	-0.33	-0.33	-0.35	-0.33	-0.33	-0.63	-0.61	-0.57	-0.57
-0.57	-0.57	-0.37	-0.25	-0.06	-0.02	-0.31	-0.29	-0.27	-0.35
-0.25	-0.08	-0.04	0.00	0.02	0.06	0.08	0.27	0.29	0.00
0.00	0.02	0.04	0.06	0.25	0.27	0.29	0.35	0.35	0.35
0.35	0.37	0.37	0.37	0.37	0.55	0.55	0.57	0.37	0.37
0.57	0.55	0.37	0.37	0.35	0.33	0.31	0.27	0.25	0.06

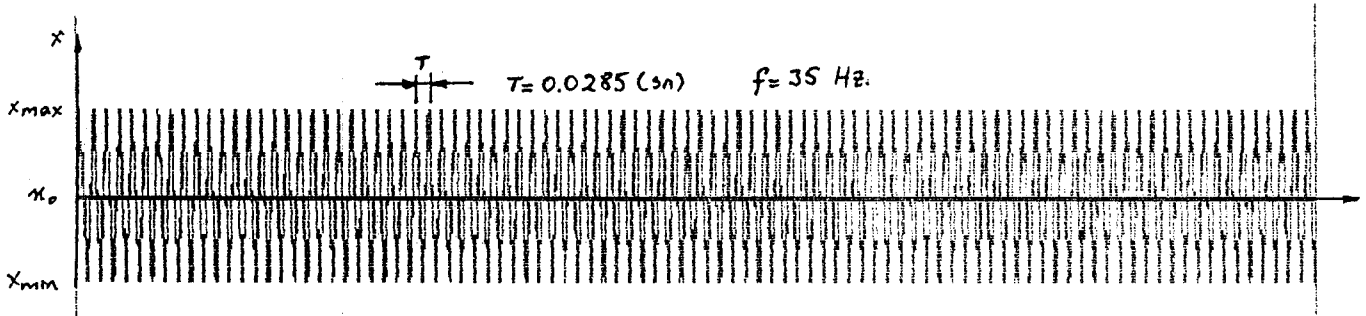
Şekil 5.7. İlavesiz deney çıktıları (volt cinsinden)



0.06	0.10	0.27	0.29	0.02	0.04	0.06	0.25	0.29	0.31
0.31	0.33	0.35	0.37	0.55	0.57	0.57	0.59	0.59	0.55
0.55	0.55	0.37	0.35	0.33	0.29	0.27	0.25	0.23	0.06
0.06	0.04	0.02	0.00	0.27	0.25	0.38	0.04	0.04	0.00
0.00	-0.04	-0.06	-0.08	-0.27	-0.29	-0.31	-0.04	-0.06	-0.25
-0.25	-0.27	-0.33	-0.37	-0.57	-0.59	-0.61	-0.63	-0.63	-0.63
-0.63	-0.33	-0.63	-0.63	-0.63	-0.63	-0.63	-0.63	-0.61	-0.59
-0.59	-0.57	-0.37	-0.33	-0.31	-0.27	-0.38	-0.04	-0.33	-0.29
-0.29	-0.27	-0.25	-0.06	-0.04	-0.02	0.00	0.27	0.27	0.29
0.29	0.02	0.04	0.06	0.23	0.27	0.29	0.31	0.31	0.33
0.33	0.35	0.35	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.55
0.55	0.55	0.37	0.37	0.35	0.33	0.31	0.31	0.29	0.25
0.25	0.23	0.04	0.02	0.00	0.29	0.27	0.23	0.06	0.04
0.04	0.00	-0.02	-0.04	-0.08	-0.25	-0.27	-0.31	-0.04	-0.06
-0.06	-0.08	-0.27	-0.33	-0.35	-0.39	-0.59	-0.63	-0.33	-0.33
-0.33	-0.35	-0.35	-0.35	-0.33	-0.57	-0.39	-0.37	-0.37	-0.33
-0.33	-0.33	-0.31	-0.27	-0.25	-0.06	-0.04	-0.31	-0.29	-0.27
-0.27	-0.25	-0.06	-0.04	0.00	0.04	0.06	0.06	0.27	0.29
0.29	0.00	0.04	0.06	0.25	0.27	0.29	0.33	0.35	0.37
0.37	0.55	0.57	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.57	0.57
0.57	0.55	0.55	0.37	0.35	0.31	0.31	0.27	0.25	0.25
0.23	0.04	0.02	0.00	0.29	0.25	0.23	0.06	0.04	0.02
0.02	0.00	-0.04	-0.08	-0.04	-0.06	-0.08	-0.39	-0.31	-0.35
-0.35	-0.39	-0.59	-0.63	-0.63	-0.33	-0.33	-0.63	-0.33	-0.63
-0.63	-0.63	-0.63	-0.63	-0.63	-0.61	-0.59	-0.37	-0.37	-0.63
-0.33	-0.31	-0.27	-0.08	-0.06	-0.04	-0.31	-0.27	-0.25	-0.06
-0.08	-0.04	-0.02	0.00	0.00	0.04	0.06	0.25	0.27	0.29
0.29	0.00	0.02	0.06	0.23	0.25	0.27	0.29	0.31	0.31
0.31	0.33	0.35	0.37	0.37	0.37	0.37	0.35	0.55	0.55
0.55	0.55	0.33	0.31	0.31	0.29	0.27	0.23	0.06	0.02
0.02	0.00	0.27	0.25	0.08	0.04	0.04	0.00	-0.02	-0.04
-0.04	-0.08	-0.27	-0.29	-0.31	-0.04	-0.08	-0.27	-0.29	-0.63
-0.33	-0.39	-0.57	-0.59	-0.63	-0.33	-0.33	-0.63	-0.33	-0.63
-0.63	-0.63	-0.63	-0.61	-0.59	-0.57	-0.39	-0.37	-0.35	-0.33
-0.33	-0.33	-0.29	-0.27	-0.25	-0.06	-0.04	-0.02	-0.29	-0.35
-0.25	-0.08	-0.06	-0.04	0.00	0.02	0.04	0.08	0.27	0.23
0.23	0.25	0.29	0.31	0.33	0.35	0.37	0.37	0.55	0.57
0.57	0.59	0.59	0.59	0.57	0.55	0.55	0.37	0.35	0.35
0.35	0.31	0.29	0.27	0.25	0.23	0.06	0.04	0.02	0.00
0.00	0.27	0.25	0.08	0.06	0.04	0.02	0.00	-0.04	-0.06
-0.06	-0.08	-0.27	-0.29	-0.02	-0.06	-0.25	-0.29	-0.33	-0.35

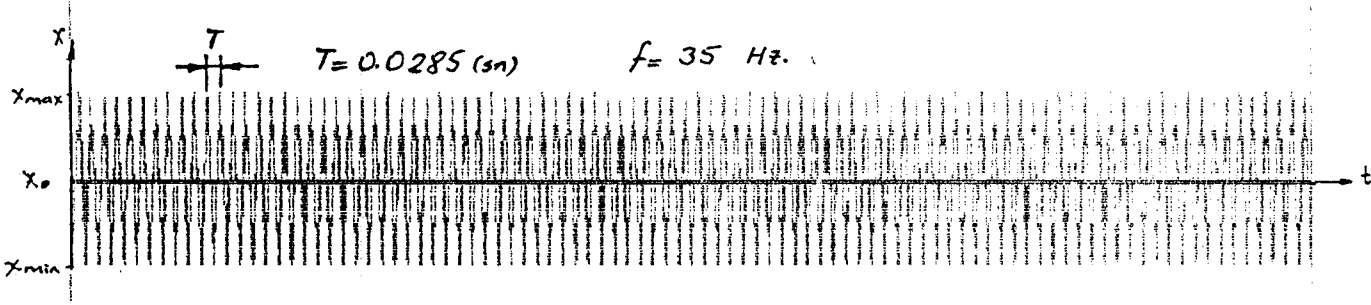
Şekil 5.3. 10 gr. eksik deney çıktıları





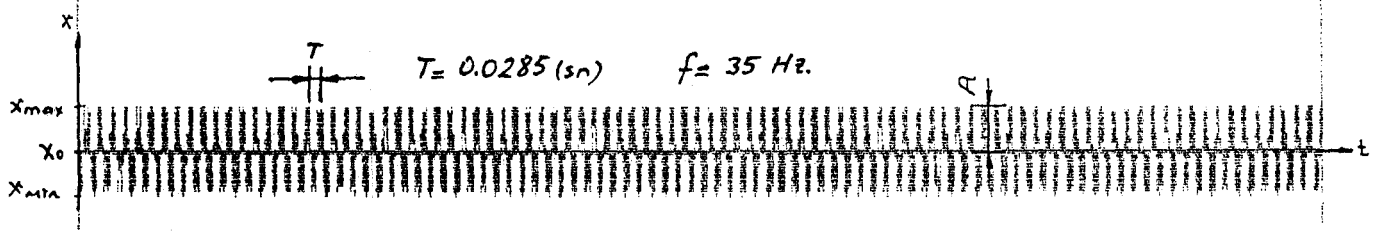
-0.63	-0.59	-0.57	-0.39	-0.35	-0.33	-0.29	-0.25	-0.08	-0.04
-0.04	-0.02	-0.27	-0.08	-0.06	-0.02	0.00	0.04	0.06	0.08
0.08	0.27	0.29	0.02	0.31	0.35	0.37	0.55	0.55	0.57
0.57	0.59	0.61	0.35	0.37	0.37	0.55	0.37	0.35	0.35
0.35	0.33	0.31	0.61	0.59	0.33	0.31	0.27	0.23	0.04
0.04	0.00	0.27	0.25	0.06	0.02	0.00	-0.02	-0.04	-0.08
-0.08	-0.25	-0.29	-0.02	-0.06	-0.08	-0.29	-0.31	-0.35	-0.37
-0.37	-0.57	-0.59	-0.61	-0.63	-0.35	-0.39	-0.57	-0.61	-0.61
-0.61	-0.61	-0.59	-0.55	-0.39	-0.35	-0.35	-0.63	-0.59	-0.33
-0.33	-0.29	-0.27	-0.25	-0.06	-0.04	-0.31	-0.27	-0.08	-0.06
-0.06	-0.02	0.02	0.06	0.08	0.10	0.27	0.00	0.04	0.23
0.23	0.33	0.35	0.55	0.55	0.57	0.57	0.59	0.61	0.31
0.31	0.33	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.33	0.31	0.59
0.59	0.57	0.55	0.35	0.33	0.31	0.27	0.25	0.23	0.04
0.04	0.02	0.00	0.27	0.23	0.06	0.00	-0.02	-0.06	-0.08
-0.08	-0.27	-0.29	-0.31	-0.04	-0.08	-0.27	-0.57	-0.61	-0.63
-0.63	-0.33	-0.35	-0.37	-0.39	-0.57	-0.59	-0.59	-0.59	-0.57
-0.57	-0.39	-0.37	-0.35	-0.33	-0.63	-0.59	-0.57	-0.37	-0.31
-0.31	-0.29	-0.25	-0.08	-0.04	-0.31	-0.27	-0.08	-0.06	-0.02
-0.02	0.02	0.04	0.06	0.08	0.27	0.00	0.04	0.06	0.25
0.25	0.29	0.33	0.35	0.37	0.55	0.57	0.61	0.31	0.33
0.33	0.35	0.37	0.37	0.37	0.37	0.35	0.33	0.31	0.31
0.31	0.59	0.57	0.55	0.37	0.33	0.06	0.02	0.29	0.27
0.27	0.23	0.06	0.04	0.00	-0.02	-0.06	-0.08	-0.27	-0.29
-0.29	-0.02	-0.06	-0.25	-0.29	-0.31	-0.35	-0.57	-0.59	-0.61
-0.61	-0.63	-0.35	-0.39	-0.57	-0.61	-0.61	-0.61	-0.57	-0.39
-0.39	-0.37	-0.35	-0.33	-0.63	-0.59	-0.39	-0.37	-0.33	-0.31
-0.31	-0.27	-0.25	-0.06	-0.04	-0.31	-0.27	-0.25	-0.06	-0.04
-0.04	0.00	0.04	0.08	0.27	0.29	0.00	0.02	0.06	0.27
0.27	0.31	0.35	0.37	0.57	0.59	0.61	0.31	0.33	0.35
0.35	0.35	0.35	0.35	0.33	0.33	0.31	0.59	0.57	0.37
0.37	0.35	0.33	0.31	0.27	0.06	0.04	0.00	0.29	0.25
0.25	0.06	0.04	0.02	0.00	-0.04	-0.08	-0.27	-0.29	-0.02
-0.02	-0.06	-0.08	-0.27	-0.31	-0.35	-0.39	-0.57	-0.63	-0.33
-0.33	-0.35	-0.37	-0.39	-0.57	-0.57	-0.59	-0.59	-0.57	-0.39
-0.39	-0.37	-0.35	-0.33	-0.63	-0.59	-0.57	-0.37	-0.35	-0.33
-0.33	-0.29	-0.27	-0.31	-0.27	-0.08	-0.06	-0.02	0.00	0.04
0.04	0.06	0.10	0.27	0.00	0.02	0.06	0.25	0.29	0.31
0.31	0.35	0.37	0.55	0.61	0.31	0.33	0.35	0.35	0.37
0.37	0.37	0.37	0.35	0.35	0.31	0.61	0.59	0.57	0.55
0.55	0.35	0.33	0.31	0.27	0.23	0.04	0.00	0.27	0.25

Şekil 5.9. 30gr. eksik deney çıktıları



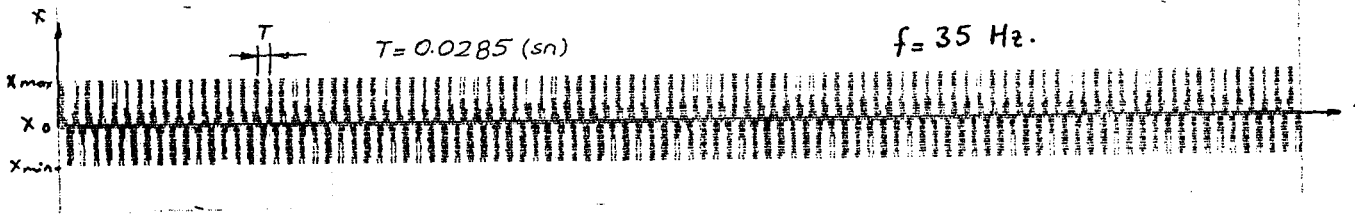
-0.29	-0.31	-0.04	-0.08	-0.27	-0.31	-0.33	-0.55	-0.57	-0.27
-0.57	-0.59	-0.61	-0.63	-0.63	-0.63	-0.63	-0.63	-0.63	-0.63
-0.61	-0.61	-0.61	-0.59	-0.33	-0.29	-0.25	-0.02	-0.04	-0.51
-0.31	-0.29	-0.27	-0.25	-0.08	-0.06	-0.04	0.00	0.02	0.02
0.06	0.10	0.27	0.00	0.06	0.23	0.27	0.31	0.35	0.35
0.35	0.55	0.57	0.57	0.57	0.55	0.35	0.35	0.35	0.25
0.35	0.35	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.35	0.33	0.31
0.31	0.31	0.27	0.25	0.23	0.04	0.00	0.29	0.27	0.03
0.08	0.06	0.04	0.04	0.00	-0.02	-0.04	-0.06	-0.25	-0.29
-0.29	-0.04	-0.37	-0.39	-0.39	-0.39	-0.39	-0.37	-0.57	-0.37
-0.57	-0.59	-0.59	-0.59	-0.63	-0.63	-0.55	-0.55	-0.33	-0.63
-0.63	-0.61	-0.39	-0.35	-0.31	-0.27	-0.02	-0.04	-0.02	-0.27
-0.29	-0.27	-0.25	-0.08	-0.06	-0.04	-0.02	0.00	0.04	0.08
0.08	0.27	0.00	0.02	0.04	0.06	0.23	0.25	0.27	0.27
0.27	0.29	0.31	0.35	0.37	0.37	0.55	0.55	0.55	0.37
0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.55	0.55	0.35	0.33
0.33	0.04	0.02	0.00	0.29	0.27	0.27	0.25	0.06	0.04
0.04	0.02	0.00	-0.04	-0.06	-0.25	-0.27	-0.31	-0.04	-0.08
-0.08	-0.27	-0.31	-0.35	-0.37	-0.37	-0.57	-0.59	-0.61	-0.63
-0.63	-0.63	-0.63	-0.63	-0.63	-0.63	-0.61	-0.61	-0.59	-0.59
-0.59	-0.59	-0.57	-0.39	-0.35	-0.31	-0.27	-0.06	-0.04	-0.31
-0.31	-0.29	-0.27	-0.25	-0.08	-0.06	-0.04	-0.02	0.02	0.04
0.04	0.08	0.27	0.00	0.04	0.23	0.25	0.29	0.57	0.57
0.57	0.57	0.55	0.37	0.35	0.35	0.35	0.35	0.37	0.55
0.55	0.37	0.37	0.35	0.35	0.33	0.31	0.31	0.27	0.23
0.23	0.06	0.02	0.00	0.27	0.27	0.06	0.06	0.06	0.04
0.04	0.00	-0.02	-0.04	-0.08	-0.27	-0.31	-0.04	-0.08	-0.27
-0.27	-0.33	-0.35	-0.39	-0.39	-0.39	-0.39	-0.57	-0.57	-0.37
-0.57	-0.59	-0.59	-0.59	-0.63	-0.63	-0.33	-0.33	-0.33	-0.63
-0.63	-0.61	-0.57	-0.37	-0.33	-0.29	-0.06	-0.06	-0.06	-0.04
-0.04	-0.02	0.00	0.06	0.10	0.29	0.00	0.04	0.05	0.25
0.23	0.23	0.25	0.27	0.29	0.31	0.33	0.35	0.37	0.55
0.55	0.55	0.55	0.57	0.57	0.55	0.57	0.37	0.37	0.55
0.55	0.55	0.37	0.35	0.33	0.29	0.27	0.23	0.04	0.02
0.02	0.00	0.29	0.27	0.25	0.08	0.08	0.04	0.02	0.00
0.00	-0.04	-0.06	-0.25	-0.27	-0.31	-0.04	-0.06	-0.27	-0.29
-0.29	-0.33	-0.35	-0.61	-0.63	-0.63	-0.63	-0.63	-0.63	-0.63
-0.63	-0.61	-0.61	-0.59	-0.59	-0.57	-0.37	-0.37	-0.33	-0.31
-0.31	-0.27	-0.08	-0.02	-0.31	-0.29	-0.27	-0.25	-0.06	-0.06
-0.06	-0.04	-0.02	0.02	0.04	0.10	0.29	0.02	0.06	0.23
0.23	0.27	0.31	0.33	0.35	0.55	0.57	0.57	0.55	0.37

Şekil 5.10. 140 gr. ilaveli deney çıktıları



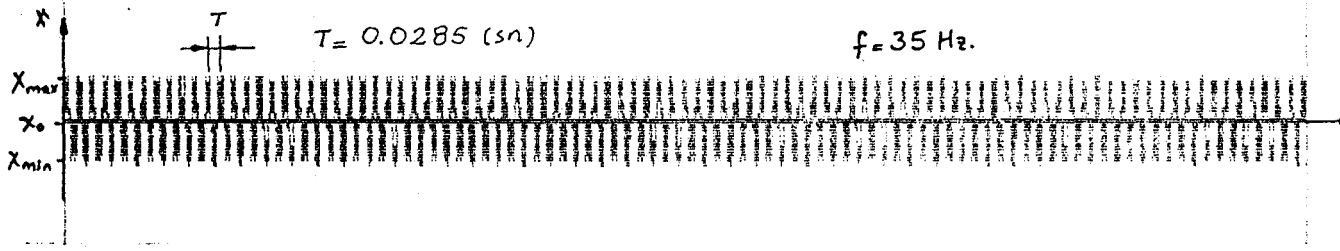
-0.08	-0.27	-0.27	-0.29	-0.29	-0.31	-0.31	-0.02	-0.04	-0.04
-0.04	-0.08	-0.06	-0.25	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06
-0.06	-0.33	-0.06	-0.06	-0.04	-0.02	-0.06	-0.31	-0.29	-0.29
-0.29	-0.27	-0.27	-0.27	-0.25	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06
-0.06	-0.02	0.02	0.04	0.06	0.25	0.25	0.27	0.29	0.29
0.29	0.29	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.06	0.23	0.23
0.23	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.29	0.29	0.06	0.04
0.04	0.02	0.29	0.29	0.29	0.29	0.27	0.25	0.06	0.06
0.06	0.04	0.02	0.00	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.08	-0.08
-0.08	-0.25	-0.31	-0.02	-0.02	-0.02	-0.25	-0.06	-0.06	-0.06
-0.06	-0.08	-0.08	-0.08	-0.25	-0.06	-0.08	-0.06	-0.06	-0.06
-0.08	-0.06	-0.06	-0.04	-0.02	-0.02	-0.02	-0.31	-0.29	-0.29
-0.29	-0.27	-0.25	-0.08	-0.08	-0.06	-0.25	-0.02	-0.02	-0.02
-0.02	0.00	-0.02	0.04	0.06	0.08	0.08	0.29	0.00	0.02
0.02	0.02	0.04	0.04	0.04	0.04	0.02	0.02	0.02	0.06
0.06	0.06	0.06	0.04	0.04	0.02	0.00	0.00	0.27	0.25
0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.08	0.06	0.04	0.02	0.00
0.00	-0.02	-0.02	-0.08	-0.08	-0.08	-0.25	-0.27	-0.27	-0.29
-0.29	-0.31	-0.31	-0.02	-0.04	-0.04	-0.06	-0.25	-0.06	-0.06
-0.08	-0.08	-0.08	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.04
-0.04	-0.04	-0.04	-0.02	-0.31	-0.31	-0.29	-0.29	-0.29	-0.27
-0.27	-0.02	-0.25	-0.08	-0.08	-0.06	-0.04	-0.02	-0.02	0.02
0.02	0.04	0.06	0.06	0.06	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.06	0.06	0.29	0.25	0.25	0.27	0.23	0.23
0.23	0.25	0.29	0.23	0.06	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00
0.00	0.27	-0.02	0.25	0.25	0.06	0.06	0.04	0.02	-0.02
-0.02	-0.06	-0.04	-0.06	-0.25	-0.06	-0.25	-0.02	-0.31	-0.31
-0.31	-0.31	-0.25	-0.02	-0.04	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.33
-0.33	-0.29	-0.25	-0.25	-0.25	-0.08	-0.08	-0.08	-0.06	-0.06
-0.06	-0.04	-0.02	-0.25	-0.29	-0.27	-0.27	-0.25	-0.25	-0.25
-0.25	-0.04	-0.04	-0.02	-0.02	0.02	0.02	0.04	0.04	0.06
0.06	0.08	0.08	0.25	0.27	0.06	0.00	0.00	0.02	0.04
0.04	0.04	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.02	0.02	0.06
0.06	0.04	0.04	0.02	0.02	0.00	0.00	0.06	0.27	0.27
0.27	0.27	0.25	0.25	0.25	0.08	0.06	0.04	0.04	0.00
0.00	-0.02	-0.04	-0.06	-0.06	-0.06	-0.25	-0.27	-0.27	-0.29
-0.29	-0.31	-0.31	-0.04	-0.06	-0.25	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06
-0.08	-0.08	-0.06	-0.08	-0.25	-0.06	-0.06	-0.04	-0.04	-0.04
-0.04	-0.02	-0.02	-0.06	-0.31	-0.29	-0.02	-0.27	-0.27	-0.25
-0.25	-0.08	-0.08	-0.25	-0.06	-0.02	-0.02	-0.02	0.02	0.04
0.04	0.08	0.25	0.27	0.29	0.29	0.00	0.00	0.02	0.02

şekil 5.11. İlavesiz deney çıktıları (yandan ölçüm)



-0.31	-0.29	-0.29	-0.27	-0.25	-0.25	-0.08	-0.06	-0.06	-0.04
-0.04	-0.02	0.00	0.02	0.02	0.04	0.06	0.06	0.06	0.06
0.08	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02
0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	0.29	0.29	0.27	0.29
0.29	0.29	0.29	0.25	0.08	0.06	0.06	0.04	0.04	0.04
0.04	0.02	0.02	0.00	-0.02	-0.06	-0.06	-0.06	-0.25	-0.25
-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.27	-0.29	-0.31	-0.31	-0.02	-0.02
-0.02	-0.02	-0.02	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04
-0.04	-0.02	-0.02	-0.31	-0.31	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.31
-0.31	-0.27	-0.25	-0.25	-0.25	-0.08	-0.06	-0.04	-0.04	0.00
0.00	0.00	0.02	0.02	0.04	0.06	0.06	0.10	0.27	0.29
0.29	0.29	0.27	0.27	0.29	0.29	0.00	0.02	0.02	0.02
0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.29	0.27	0.25	0.08	0.06	0.06	0.06	0.06
0.06	0.04	0.04	0.02	0.00	-0.02	-0.06	-0.26	-0.06	-0.25
-0.25	-0.25	-0.25	-0.27	-0.29	-0.29	-0.31	-0.02	-0.06	-0.06
-0.06	-0.06	-0.06	-0.08	-0.08	-0.08	-0.25	-0.25	-0.25	-0.08
-0.08	-0.06	-0.06	-0.04	-0.04	-0.02	-0.02	-0.31	-0.07	-0.27
-0.27	-0.25	-0.25	-0.08	-0.06	-0.04	-0.02	-0.02	0.00	0.02
0.02	0.02	0.04	0.04	0.06	0.06	0.00	0.10	0.27	0.29
0.29	0.00	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02
0.02	0.04	0.02	0.02	0.00	0.29	0.29	0.27	0.29	0.29
0.29	0.29	0.29	0.27	0.10	0.06	0.04	0.04	0.04	0.02
0.02	0.00	-0.02	-0.06	-0.08	-0.06	-0.06	-0.06	-0.25	-0.25
-0.25	-0.25	-0.27	-0.29	-0.31	-0.02	-0.02	-0.02	-0.06	-0.02
-0.02	-0.04	-0.04	-0.06	-0.04	-0.04	-0.04	-0.02	-0.02	-0.31
-0.31	-0.31	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.31	-0.29	-0.29	-0.27
-0.27	-0.27	-0.25	-0.25	-0.08	-0.06	-0.04	-0.02	-0.02	0.00
0.00	0.00	0.02	0.04	0.06	0.06	0.10	0.27	0.27	0.29
0.29	0.29	0.29	0.27	0.29	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29
0.29	0.25	0.10	0.06	0.06	0.06	0.06	0.04	0.01	0.00
0.00	-0.02	-0.04	-0.04	-0.06	-0.06	-0.06	-0.25	-0.27	-0.29
-0.29	-0.29	-0.31	-0.31	-0.02	-0.02	-0.04	-0.06	-0.06	-0.08
-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.06	-0.08	-0.06	-0.25	-0.25	-0.25
-0.25	-0.06	-0.06	-0.02	-0.02	-0.02	-0.31	-0.29	-0.29	-0.29
-0.29	-0.27	-0.25	-0.04	-0.04	-0.02	0.00	0.02	0.04	0.04
0.04	0.06	0.06	0.06	0.10	0.10	0.25	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.29	0.02	0.04	0.04	0.02	0.00	0.00
0.00	0.29	0.27	0.27	0.27	0.29	0.29	0.27	0.10	0.06
0.06	0.06	0.04	0.04	0.02	0.02	0.02	0.00	-0.02	-0.04

şekil 5.12. 75 gr. ilaveli deney çıktıları (yandan ölçüm)



0.08	0.10	0.27	0.29	0.00	0.02	0.04	0.04	0.06	0.06
0.06	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.06	0.06	0.06
0.06	0.06	0.06	0.06	0.04	0.04	0.02	0.02	0.00	0.00
0.00	0.25	0.08	0.06	0.04	0.02	0.00	-0.02	-0.04	-0.06
-0.06	-0.08	-0.25	-0.27	-0.29	-0.31	-0.31	-0.02	-0.04	-0.04
-0.04	-0.04	-0.06	-0.06	-0.08	-0.08	-0.25	-0.27	-0.29	-0.31
-0.31	-0.33	-0.35	-0.35	-0.33	-0.33	-0.29	-0.27	-0.08	-0.06
-0.06	-0.04	-0.02	-0.29	-0.27	-0.25	-0.08	-0.06	-0.06	-0.04
-0.04	-0.04	-0.04	-0.02	0.00	0.00	0.02	0.04	0.04	0.27
0.27	0.00	0.00	0.02	0.04	0.04	0.04	0.06	0.28	0.25
0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.28	0.23	0.06
0.06	0.04	0.04	0.00	0.29	0.27	0.27	0.27	0.25	0.25
0.25	0.08	0.08	0.04	0.02	0.00	-0.02	-0.04	-0.04	-0.06
-0.06	-0.08	-0.25	-0.27	-0.29	-0.29	-0.31	-0.02	-0.02	-0.02
-0.02	-0.04	-0.04	-0.06	-0.08	-0.08	-0.25	-0.27	-0.27	-0.27
-0.27	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.08	-0.08	-0.06	-0.02	-0.31
-0.31	-0.31	-0.29	-0.27	-0.27	-0.25	-0.08	-0.06	-0.04	-0.04
-0.04	-0.02	0.00	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.27	0.29
0.29	0.00	0.02	0.04	0.06	0.06	0.23	0.25	0.25	0.25
0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.06	0.06	0.06	0.06
0.06	0.06	0.04	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.29	0.27
0.27	0.25	0.08	0.06	0.04	0.02	0.00	-0.02	-0.04	-0.04
-0.04	-0.06	-0.08	-0.25	-0.27	-0.31	-0.04	-0.06	-0.06	-0.08
-0.08	-0.08	-0.25	-0.27	-0.27	-0.31	-0.33	-0.35	-0.35	-0.33
-0.33	-0.31	-0.29	-0.27	-0.25	-0.08	-0.06	-0.02	-0.31	-0.29
-0.29	-0.27	-0.25	-0.06	-0.06	-0.04	-0.04	-0.04	-0.02	0.00
0.00	0.00	0.02	0.04	0.04	0.06	0.08	0.27	0.27	0.00
0.00	0.00	0.02	0.02	0.04	0.04	0.06	0.23	0.23	0.25
0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.23	0.23
0.23	0.04	0.04	0.00	0.27	0.27	0.25	0.25	0.08	0.06
0.06	0.04	0.02	0.00	-0.06	-0.06	-0.08	-0.25	-0.25	-0.27
-0.27	-0.29	-0.29	-0.31	-0.02	-0.04	-0.04	-0.06	-0.06	-0.06
-0.08	-0.08	-0.25	-0.25	-0.27	-0.27	-0.27	-0.25	-0.35	-0.25
-0.25	-0.08	-0.08	-0.08	-0.06	-0.04	-0.04	-0.02	-0.02	-0.31
-0.31	-0.31	-0.29	-0.27	-0.27	-0.25	-0.08	-0.06	-0.06	-0.04
-0.04	-0.02	0.00	0.04	0.06	0.08	0.10	0.27	0.29	0.00
0.00	0.00	0.00	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.25	0.36
0.06	0.23	0.23	0.23	0.06	0.06	0.06	0.06	0.04	0.04
0.04	0.04	0.00	0.29	0.27	0.27	0.25	0.08	0.06	0.04
0.04	0.04	0.02	0.00	-0.02	-0.04	-0.06	-0.25	-0.25	-0.27
-0.27	-0.29	-0.31	-0.02	-0.04	-0.04	-0.06	-0.06	-0.06	0.08

şekil 5.13. 140 gr. ilaveli deney çıktıları (yandan ölçüm)

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Deneyleer sırasında karşı ağırlığın titreşim üzerindeki tesiri incelenmiştir.

Yapılan deneyler sırasında;

1. Orjinal karşı ağırlık kullanılarak,
2. Karşı ağırlık arttırılarak,
3. Karşı ağırlık azaltılarak

elde edilen titreşim, bilgisayar desteği ile kaydedilmiştir. Bütün veriler incelendikten sonra, karşı ağırlıkta (konstrüktif sınırlamalar dahilinde) yapılan değişikliğin, var olan titreşimin şiddetini değiştirmedeği belirlenmiştir.

Krank kol muylusunda toplandığı kabul edilen  $m_p$  kütesinin oluşturduğu merkezkaç kuvveti karşı ağırlıkla tamamen dengelenebilir. Oysa, gidip-gelme hareketi yapan kütlelerin oluşturduğu  $F_i$  kuvveti merkezkaç kuvvetinde olduğu gibi, krank kolunun karşısına konulan karşı ağırlıkla dengelenemez. Böyle bir dengeleme yapıldığı takdirde, düşey yöndeki kuvvetler yataya kayarlar. Yatay kuvvetlerde titreşime sebep olurlar.

Merkezkaç kuvveti, tamamen dengelenebildiğine göre, titreşime sebep olan tek kuvvet öteleme atalet kuvvetidir. Bu kuvvetin azaltılması titreşimin azaltılmasıdır. Bu kuvvet, Bölüm 4.3'de açıklandığı gibi ancak Lanchester metoduyla dengelenebilir. Tek silindirik bir motorda, krank kolunun karşısına konulan karşı ağırlıklarda değişiklik yaparak titreşim azaltılmaz. Titreşimin şiddeti mutlaka azaltılmak isteniyorsa; karışık ve pahalı olmasına rağmen, Lanchester metodu kullanılmalıdır.

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Akgün, Ö.R. ve Tezemen, Ş., 1984, Uygulamalı 99 basic programı, Bilim Teknik Yayınevi, 134 s.
- Arkhangelsky, V., Khovakh, M., Stepanov, Y., Trusov, V., Vikhert, M., and Voinov, A., 1979, Motor vehicle engines, Mir Publishes. Moscow, 615 p.
- Balsöz, A.M., 1965, Pistonlu buhar makinaları, Milli Eğitim Bakanlığı Teknik Okulu Kütüphanesi, 47, 302 s.
- Barnacle, H.E. and Walker, G.E., 1965, Mechanics of machines Volume 1, Pergamon Press, 300 p.
- Baumeister, T., Marks' Standart handbook for mechanical engineers, Eighth edition, Mc. Graw-Hill Book Com., N.Y., 19-45 p.
- Edizkan, R., 1987, Amstrat bilgisayarında ses analizi yapabilecek ara devre ve programlarının hazırlanması, Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, 45 s. (yayımlanmamış)
- Hannan, J. and Stephens, R.C., 1972, Mechanics of machines, Advanced theory and examples, Edward Arnold, London, 456 p.
- Harton Den, J.P., 1949, Mekanik titreşimler (Çev. S. Palavan ve Z. Demirgüç), İstanbul Teknik Üniversitesi, 192, 504 s.
- Magnus, K., 1978, Titreşimler (Titreşim problemlerinin incelenmesine giriş), Çevirenler Pasin F. ve Gürgöze M., İstanbul Teknik Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, 127, 323 s.
- Palavan, S., 1972, Pistonlu makinalar dinamiği, İstanbul Teknik Üniversitesi Kütüphanesi, 899, 167 s.
- Palavan, S., 1973, Mekanik titreşimler dersleri, İstanbul Teknik Üniversitesi Kütüphanesi, 773, 418 s.
- Pasin, F., 1974, Makina dinamiği, İstanbul Teknik Üniversitesi Kütüphanesi, 1276, 255 s.

MOTORLARDA TİTREŞİM PROBLEMİNİN  
İNCELENMESİ VE ÇÖZÜMÜ

ATILLA KURT

EKLER

- Ek.1. Sarkaç Deneyi İle Ağırlık Merkezinin Tayini
- Ek.2. Basic Programı
- Ek.3. Z-80 Assembler Programı

Danışman: Prof.Dr.Battal KUŞHAN

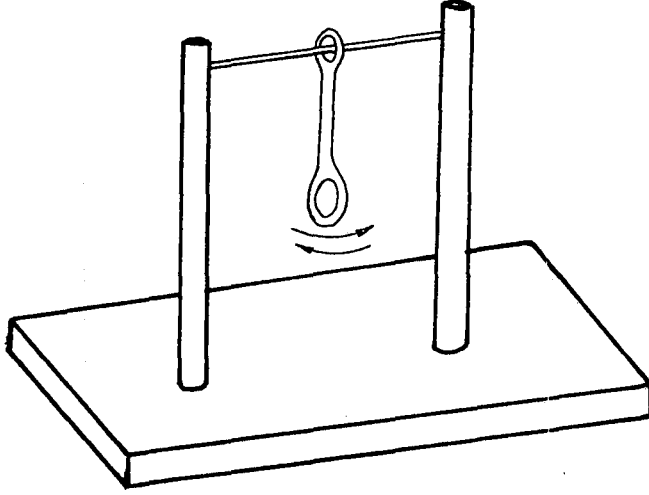
Ocak-1989



## SARMAÇ DENENİ

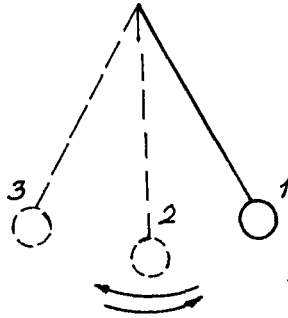
Biyelin atalet momentinin bulunması ve bunun için gerekli olan ağırlık merkezinin belirlenmesi sarmaç deneyi ile yapılır.

Biyel küçük başından şekildeki gibi asılır ve salınım yapılması sağlanır. Kronometre ile süre ölçülür. (Şekil B.1, Şekil B.2).



Şekil B.1. Sarmaç deneyinin basit şekli

Kronometre ile ölçme sırasında tam bir salınım için, eğer sayıma 1 konumunda başlanmışsa tam bir salınım (1-2-3-2-1) dir.



Şekil B.2. Tam bir salınım

EK I (devam)

Çizelge 1. Biyelin küçük baştan asılarak yapılan deney sonuçları

Deney no	1	2	3	4	5
Ölçülen periyot sayısı	70	100	150	200	300
Ölçülen zaman	61.84	88.5	133.5	178.5	271.3
Periyot (s)	0.883	0.885	0.889	0.892	0.904

İlk deney sırasında ölçülen periyot sayısı : 70

Bu sırada kronometre ile ölçülen zaman : 61'83"

Bu deneyde ölçülen periyot

$$T_{B1} = \frac{\text{zaman}}{\text{periyot sayısı}} = \frac{61,83}{70} = 0,883 \text{ (s)}$$

Yapılan 5 ayrı deneyden elde edilen periyodun ortalaması:

$$T_{Bo} = 0.8923 \text{ (s)}$$

Çizelge 2. Biyelin küçük baştan asılarak yapılan deney sonuçları

Deney no	1	2	3	4	5
Ölçülen periyot sayısı	70	100	150	200	300
Ölçülen zaman	56,84	81.68	121.83	163,84	249,4
Periyot (s)	0,8119	0,816	0,812	0,819	0,832

EK I (devam)

İlk deney sırasında ölçülen periyot sayısı : 70

Bu sırada kronometre ile ölçülen zaman : 56,83

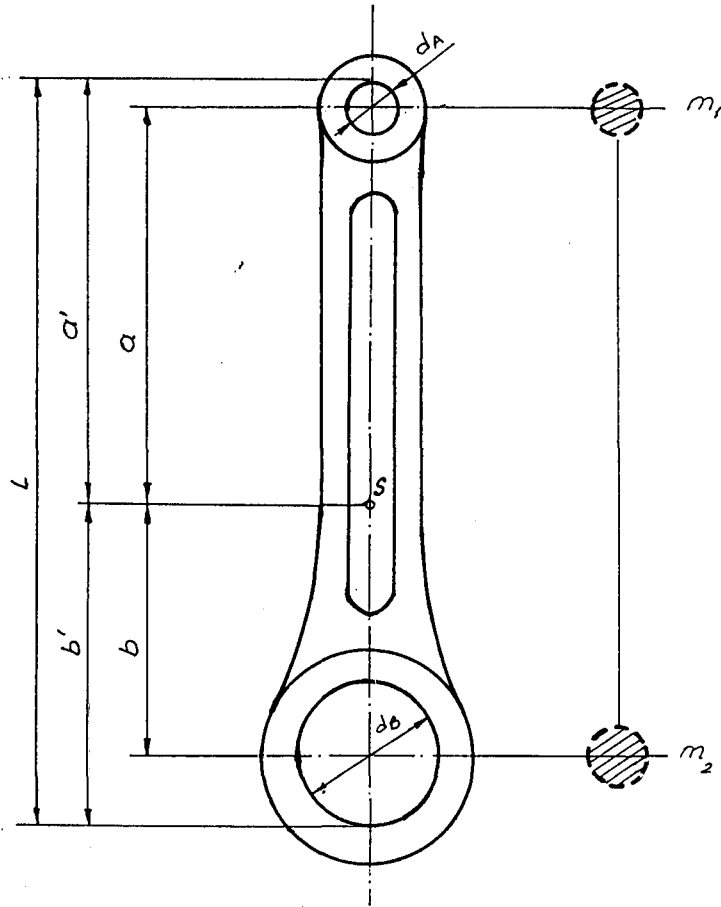
Bu deneyde ölçülen periyot

$$T_{A1} = \frac{56,83}{70} = 0,8111 \text{ (s)}$$

Yapılan deneylerin ortalaması

$$T_{Ao} = 0,8194 \text{ (s)}$$

BİYELİN AĞIRLIK MERKEZİNİN TAYİNİ



Şekil B.3. Biyelin boyutlandırılması

EK I (devam)

b' mesafesi için

$$b' = \frac{e(T_A^2 - \frac{4}{g} \frac{e^2}{e})}{T_A^2 + T_B^2 - \frac{4}{g} \frac{e^2}{e}} \quad (\text{cm})$$

$$g : 981 \text{ cm/s}^2$$

$$L : 18 \text{ cm}$$

$$d_B : 3 \text{ cm}$$

$$d_A : 5,8 \text{ cm}$$

$$e = L + \frac{d_B}{2} + \frac{d_A}{2}$$

$$e = 22,4 \text{ (cm)}$$

$$b' = 7,0295 \text{ (cm)}$$

a' mesafesi için

$$a' = \frac{e T_B^2 - \frac{4}{g} \frac{e^2}{e}}{T_A^2 + T_B^2 - 2 \frac{4}{g} \frac{e^2}{e}} \quad (\text{cm})$$

$$a' = 15,3704 \text{ (cm)}$$

$$a' + b' \approx e$$

$$a = a' - \frac{d_A}{2} \quad (\text{cm})$$

$$a = 13,870 \text{ cm}$$

$$b = b' - \frac{d_B}{2} \quad (\text{cm})$$

$$b = 4,1295 \text{ (cm)}$$

EK 2

```
10 INPUT "yazici icin 8 ekran icin 0 giriniz",z
20 MEMORY &BFFF:LOAD"srccopy.a30",&A300
30 '*****
40 '* *
50 '*      TITRESIM KAYDI      *
60 '* *
70 '*****
80 A#=CHR$(23)+CHR$(1)      'GRAFIK MODU
90 B#=CHR$(23)+CHR$(3)      'GRAFIK MODU
100 MENU$="Kayit kOru Yukle Ekrankopya Dalgasekli dokuman Sil yal Titresim Cikmak"
110 DIM rr(50,10)
120 MOVE 0,PEEK(&6001)/4+765
130 MODE 2:MEMORY &4FFF
140 WINDOW #1,1,80,25,25:PAPER #1,1:PEN #1,0
150 WINDOW #2,1,80,12,21
160 WINDOW #4,1,80,22,24
170 WINDOW #3,1,80,1,10
180 CLS #1
190 GOSUB 580      ' INITIALIZE 8255
200 PRINT #1,MENU$;
210 H$=INKEY$:IF H$="" THEN 210
220 IF UPPER$(H$)="O" THEN GOSUB 380:GOTO 200
230 IF UPPER$(H$)="K" THEN GOSUB 1150:GOTO 200
240 IF UPPER$(H$)="D" THEN GOSUB 770:GOTO 200
250 IF UPPER$(H$)="S" THEN CLS #0:CLS #2:GOTO 200
260 IF UPPER$(H$)="M" THEN GOSUB 450:GOTO 200
270 IF UPPER$(H$)="E" THEN GOSUB 690:GOTO 200
280 IF UPPER$(H$)="Y" THEN GOSUB 520:GOTO 200
290 IF UPPER$(H$)="T" THEN GOSUB 1280:GOTO 200
300 IF UPPER$(H$)="Z" THEN GOSUB 1890:GOTO 200
310 IF UPPER$(H$)="C" THEN CLS:END
320 GOTO 210
330 '*****
340 '* *
350 '*      KORUMAK      *
360 '* *
370 '*****
380 CLS #1:INPUT #1,"DOSYA ADI      ",FILEN$
390 SAVE FILEN$,B,&6000,&3F00
400 RETURN
410 '*****
420 '* *
430 '*      DOKUMAN      *
440 '*****
450 WINDOW #0,1,80,5,24:PAPER #0,0:PEN #0,1:CLS:CAT
460 WINDOW #0,1,80,1,4:PAPER #0,0:PEN #0,1:WINDOW #2,1,80,5,24:PAPER #2,0:PEN #2,1:RETURN
470 '*****
480 '* *
490 '*      KUTUK YUKLEME      *
500 '* *
510 '*****
520 CLS #1:INPUT #1,"DOSYA ADI      ",FILEN$
```

## EK 2 (devam)

```

530 LOAD FILE#
540 RETURN
550 END
560 '*****
570 '*
580 '*          GEREKLI BINARY PROG. YUK.    *
590 '*
600 '*****
610 OUT &F8F3,&91:OUT &F8F2,&80:OUT &F8F1,&80
620 IF PEEK(&A0FF)=175 THEN RETURN ELSE POKE &A0FF,175
630 LOAD "!WATTS",&A020
640 LOAD"!GRAP1",&A100
650 LOAD"!PRINT",&A500
660 RETURN
670 '*****
680 '*
690 '*          EKRAN KOPYALAMA              *
700 '*
710 '*****
720 OUT &F8F2,&80
730 CALL &A300
740 RETURN
750 '*****
760 '*
770 '*          TITRESIM DALGA SEKLININ CIZIMI *
780 '*
790 '*****
800 CLS #0:CLS #2 :CLS #3
810 PRINT B$;
820 PLOT 0,268:DRAWR 639,0:DRAWR 0,127:DRAWR -639,0:DRAWR 0,-127
830 LOCATE 28,11:PRINT "...VOLTAJ DALGA SEKLI..."
840 MOVE 0,PEEK(&6000)/2+268
850 POKE &9FE0,0: POKE &9FE1,&60
860 CALL &A100
870 ORIGIN 0,268:J=&5000:FOR I=0 TO 639:DRAW I,PEEK(J)/2:DRAW I,PEEK(J+1)/2:J=J+2:NEXT I:ORIGIN 0,0
880 '*****
890 '*
900 '*          AKIM                          *
910 '*
920 '*****
930 PLOT 0,76:DRAWR 639,0:DRAWR 0,127 :DRAWR -639,0:DRAWR 0,-127
940 LOCATE 28,23:PRINT "... AKIM DALGA SEKLI ..."
950 MOVE 0,PEEK(&6001)/2+76
960 POKE &9FE0,1: POKE &9FE1,&60
970 CALL &A100
980 ORIGIN 0,76:J=&5000:FOR I=0 TO 639:DRAW I,PEEK(J)/2:DRAW I,PEEK(J+1)/2:J=J+2:NEXT I:ORIGIN 0,0
990 PRINT B$
1000 CLS #1:PRINT #1,"Cikis  ekRankopya  daLgasekli  Sol  sag  "
1010 PRINT A$;
1020 MOVE PAGEV,270: DRAWR 53,0:DRAWR 0,123:DRAWR -53,0:DRAWR 0,-123
1030 MOVE PAGEC,78 :DRAWR 53,0:DRAWR 0,123:DRAWR -53,0:DRAWR 0,-123
1040 H$=INKEY$:IF H$="" THEN 1040

```

EK 2 (devam)

```

1050 MOVE PAGEV,270: DRAWR 53,0:DRAWR 0,123:DRAWR -53,0:DRAWR 0,-123
1060 MOVE PAGEC,78 :DRAWR 53,0:DRAWR 0,123:DRAWR -53,0:DRAWR 0,-123
1070 IF UPPER$(H$)="R" THEN CALL &A500:GOTO 1000
1080 IF UPPER$(H$)="C" THEN PRINT B$;:RETURN
1090 IF UPPER$(H$)="L" THEN GOSUB 1450:GOTO 1000
1100 IF UPPER$(H$)="S" THEN PAGEV=PAGEV-5:PAGEC=PAGEC-5:GOTO 1020
1110 IF UPPER$(H$)="G" THEN PAGEV=PAGEV+5:PAGEC=PAGEC+5:GOTO 1020
1120 GOTO 1020
1130 '*****
1140 '* *
1150 '* YUKLEME *
1160 '* *
1170 '*****
1180 CLS #1
1190 OUT &F8F3,&81:OUT &F8F0,0:OUT &F8F2,&C0:OUT &F8F2,&80:OUT &F8F5,&91
1200 INPUT #1," KAYIT ICIN BIR TUSA BASINIZ .....",H$
1210 CLS #1: PRINT #1,"YUKLENİYOR LUTFEN BEKLEYİNİZ":CALL &A020:CLS #1:RETURN
1220 PLOT 0,76 :DRAWR 639,0:DRAWR 0,63:DRAWR -639,0:DRAWR 0,-63
1230 '*****
1240 '* *
1250 '* BUYUTME *
1260 '* *
1270 '*****
1280 CLS #2:CLS #3:CLS #0
1290 PRINT B$;
1300 CLS #1:LOCATE #1,25,5:INPUT #1,"DEVİR SAYISI...";BAG$
1310 PRINT#3:PRINT#3: LOCATE #3,25,2:PRINT #3,"DEVİR SAYISI...";BAG$;" dev/dak"
1320 PLOT 0,80:DRAWR 639,0:DRAWR 0,255:DRAWR -639,0:DRAWR 0,-255
1330 PLOT 0,207:DRAWR 639,0
1340 MOVE 0,PEEK(&6001)/2+80
1350 POKE &9FED,1:POKE &9FE1,&60 'START ADDRESS
1360 CALL &A100
1370 ORIGIN 0,80:j=&5000:FOR I=0 TO 639:DRAW I,PEEK(j):DRAW I,PEEK(j+1):j=j+2:NEXT:ORIGIN 0,0
1380 PRINT B$;
1390 RETURN
1400 '*****
1410 '* *
1420 '* DALGA SEKLI *
1430 '* *
1440 '*****
1450 PRINT B$;:CLS #3
1460 PLOT 0,268:DRAWR 639,0:DRAWR 0,127:DRAWR -639,0:DRAWR 0,-127
1470 MOVE 0,331
1480 I=&6000+PAGEV*12
1490 IF I=2*INT(I/2) THEN 1510
1500 I=I+1
1510 FOR J=0 TO 639
1520 DRAW J,PEEK(I)/2+268
1530 I=I+2:NEXT
1540 '*** CURRENT ***
1550 CLS #2
1560 PLOT 0,76:DRAWR 639,0:DRAWR 0,127:DRAWR -639,0:DRAWR 0,-127
1570 PLOT 0,203:DRAWR 639,0
1580 MOVE 0,203

```

BK 2 (devam)

```
1590 I=&6000+PAGEV*12
1600 IF I=2*INT(I/2) THEN I=I+1:GOTO 1610
1610 FOR J=0 TO 639
1620 DRAW J,PEEK(I)/2+76
1630 I=I+2:NEXT
1640 PRINT B$;
1650 RETURN
1660 '*****
1670 '* *
1680 '* KOD *
1690 '* *
1700 '*****
1710 CLS #0:CLS #2
1720 PRINT"Biraz Bekleyin..."
1730 PRINT B$;
1740 a=0:b=18
1750 FOR k=1 TO 50
1760 l=1
1770 FOR I=a TO b STEP 2
1780 rr(k,l)=PEEK(&6000+I+1)*(5/256)-2.5
1790 l=l+1
1800 NEXT
1810 a=b:b=b+18
1820 NEXT k
1830 OPENOUT"data"
1840 FOR i=1 TO 50
1850 FOR j=1 TO 10:PRINT#9,rr(i,j):NEXT j,i:CLOSEOUT
1860 PRINT:PRINT"Bir tusa basin...":WHILE INKEY$="":WEND
1870 CLS:CLS#2
1880 RETURN
1890 CLS
1900 DIM a(50,10)
1910 IF UPPER$(ha$)="X" THEN RETURN
1920 OPENIN"data"
1930 FOR i=1 TO 50
1940 FOR j=1 TO 10
1950 INPUT #9,a(i,j)
1960 NEXT j
1970 NEXT
1980 CLOSEIN
1990 a=10:b=20
2000 LOCATE 1,1:PRINT a,b
2010 IF INKEY$="" THEN 2010
2020 CLS
2030 LOCATE 5,6:PRINT""
2040 FOR i=a TO b
2050 FOR j=1 TO 10
2060 PRINT #z,USING "##.## ";a(i,j);
2070 NEXT j
2080 PRINT #z
2090 NEXT
2100 a=b+1:b=b+10
2110 IF a>50 THEN ERASE a :RETURN
2120 ha$=INKEY$:IF ha$="" THEN 2120
2130 GOTO 2000
```



```

10      ORG  AD20
20      LD   BC,F8F2
30      JP   START
40 WAIT: LD   BC,F8F2
50      LD   BC,F8F2
60      LD   BC,F8F2
70      LD   A,0
80      LD   A,0
90      NOP
100     LD   A,A0          ;ENABLE ADC
110     OUT  (C),A
120     LD   C,FD          ;SELECT PORT A
130     IN   A,(C)         ;GET DATA
140     CP   127
150     JR   Z,START
160     CP   128
170     JR   NZ,GET
180 START: LD  C,F2          ;PORT C
190     LD   A,80          ;DISABLE ADC
200     OUT  (C),A
210     LD   A,90          ;SC PULSE HIGH
220     OUT  (C),A
230     LD   A,80          ;SC LOW
240     OUT  (C),A
250     LD   BC,F8F2
260     LD   BC,F8F3
270     LD   A,8          ;DELAY NUMBER
280 DLYLP: DEC  A
290     JR   NZ,DLYLP
300     JP   WAIT
310 :TO LOAD SPEECH INTO MEMORY
320 GET: LD   BC,F8F2
330     LD   HL,5 FFF      ;START ADDRESS TO HL
340     LD   DE,3 F00      ;DATA SIZE TO DE (5000 TO 9EFF)
350     JP   ENTER
360 LOOP1: LD  A,0          ;FOR TIMING
370     LD   A,0
380     LD   BC,F8F2
390     LD   BC,F8F2
400     LD   BC,F8F2
410     NOP
420     NOP
430     NOP
440     NOP          ;END OF TIMING
450     LD   A,0          ;ENABLE ADC OUTPUT
460     OUT  (C),A
470     LD   C,FD          ;SELECT PORT A
480     LD   C,FD
490     IN   A,(C)         ;READ DATA
500     LD   (HL),A        ;STORE INTO MEMORY
510     LD   C,F2          ;PORT C
520     LD   A,80          ;DISABLE ADC
530     OUT  (C),A

```

EK 3 (devam)

```
540      LD      C,F3          ;CONT,REG..
550      LD      A,81          ;A OUTPUT
560      OUT     (C),A
570      LD      C,F0
580      LD      A,L
590      AND     1
600      OUT     (C),A          ;PORT SELECT
610      LD      C,F2          ;PORT C
620      LD      A,0           ;ALE HIGH
630      OUT     (C),A
640      LD      A,80
650      OUT     (C),A          ;ALE LOW
660      LD      C,F3          ;CONT. REG.
670      LD      A,91          ;A INPUT
680      OUT     (C),A
690      LD      BC,F8F2       ;TIMING
700      LD      BC,F8F2
710      NOP
720      LD      C,F2          ;END OF TIMING
730 ENTER: LD      C,F2       ;SELECT PORT C
740      LD      A,80          ;DISABLE ADC OUTPUT
750      OUT     (C),A
760      LD      A,90          ;SEND A SC PULSE
770      OUT     (C),A
780      LD      A,80
790      OUT     (C),A
800      INC     HL            ;INCREMENT MEMORY POINTER
810      DEC     DE            ;DECR. NUMBER OF MEMORY LOCATION
820      LD      A,0
830      CP      FF
840      JR      NZ, LOOP1
850 ;MEMORY FILLED
860      RET
```