

## 15.ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORLAR :

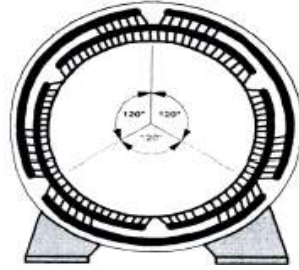
Üç fazlı asenkron motorlar; magnetik alan içinde bulunan ve içinden akım geçen bir iletkende meydana gelen kuvvet prensibine göre çalışır.Yapılarının basit,maliyetinin ucuz bakım-onarımlarına az gereksinim duyulan, endüstride en çok kullanılan endüstriyel tahrik elamanıdır.Bu motorlar rotorunun yapısına göre ;

- \*kısa devre çubuklu rotorlu
- Sincap kafesli rotorlu motorlar olarak adlandırılır.

### 15.1 Motorun Yapısı :

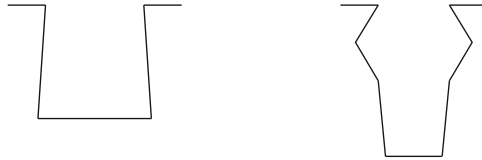
Asenkron motorlar genellikle iki kısımdan oluşur; Sabit duran kısım STATOR, stator içinde dönen kısımda ROTOR denir.Bunların dışında kapak, yataklar ve havlandırma parçalarından oluşur.

**Stator:** Asenkron motorlarda stator döner manyetik alanın oluştuğu yerdir.Oluklu silisli sacların preslenerek yapılıp dış kısmına saç, demir veya dökümden yapılmış gövdeden oluşur.Üç faz sargıları şalter olukları içerisine 120°lik elektriki açı ile yerleştirilmiştir.Her faza ait grup sargı uçları gövde üzerine monte edilen klemens kutusuna çıkartılmıştır.

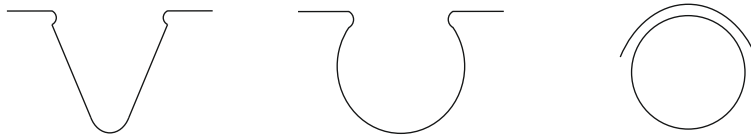


Şekil- 15.1 : Asenkron motoru statoru ve sargı yerlesimi .

Stator olukları motor güç ve yapılarına göre çeşitli şekillerde yapılır.Bazı durumlarda stator manyetik nüvesi gövde olarak ta kullanılır.



Açık tip stator sargıları  
Büyük güçlü motorlarda kullanılır.



Yarı açık tip stator olukları  
Küçük güçlü motorlarda kullanılır.

Sekil 1.2 : Stator oluk tipleri

**Rotor:** Asenkron motorlarda rotorun (manyetik nüvesi) yapılısı stator gibi oluklu sac paketin mil üzerine preslenerek meydana gelir.Bu oluklar içinde alüminyum-bakır iletken çubuktan olup alınları kısa devre halkaları ile birbirine bağlı olup alüminyum dökümdendir.

Oluklardaki çubuklar ve kısa devre halkaları birbiriyle kafes oluşturan şekilde rotor sargılarını meydana getirir. Rotor oluklarındaki çubukların eğimli olarak yapılması dönmenin eşit ölçüde olmasını sağlar. Kısa devre halkaları genellikle havalandırma kanatları ile birlikte motor soğutmada kullanılır. Değişik şekillerde yapılan rotor olukları ve rotor içindeki çubuklar motor momenti–kalkınma momenti ve motor özelliklerini direkt etkiler.

Rotorlar ;

Kısa devre (sincap kafesli) rotor,  
Sargılı (bilezikli) rotor olarak iki türdedir.

Rotor oluk yapıları ve özellikleri şunlardır.



Şekil- 15.3 : Rotor çubuk biçimi ve kesiti

**Yuvarlak çubuklu rotor:** Çekme momenti çok düşük nominal devrinde dönme momenti yüksektir.

**Damla biçimli çubuklu rotor:** Küçük güçlü motorlarda kullanılır. Çekme momenti normal kalkınma akımı düşüktür.

**Düz biçimli çubuklu rotor:** Büyük güçlü motorlarda kullanılır. Tam yük altında kalkınma özellikleri iyidir.

**Duble çubuklu rotor:** Çekme kuvveti çok yüksektir. Kalkınma ve nominal akım oranları iyidir. Ayrıca akı yoğunluğu etkisi neticesinde kalkınma momenti yüksek olup, kalkınma akımı düşüktür.



Şekil- 15.4 : Kısa devre çubuklu rotor.

15.2 Döner alan – Devir sayısı :

Asenkron motorların statorlarındaki sargılara iki–üç faz uygulanarak döner. Manyetik alan elde edilir. Bunun için her bir faza ait sargılar stator oyuklarına 120°'lik açı ile yerleştirilir.

Bu sargılara uygulanan akımlar arasında 120° faz farkı olur ise (Üç fazlı alternatif akım) statorun iç yüzünde hareket eden döner manyetik alan meydana gelir. Bu döner alanın hızı, statorun kutup sayısına ve uygulanan akımın frekansına bağlıdır. Bu döner alan senkron devir sayısı  $n_s$  veya döner alan devir sayısı  $n_o$  olarak adlandırılır.

$$n_o = \frac{120 \cdot f}{2P} \quad \text{veya} \quad n_s = \frac{120 \cdot f}{2P}$$

$n_o, n_s$ : Senkron devir sayısı , döner alan devir sayısı,

f: Frekans,

2P: Tek kutup sayısı, veya ;

$$n_o = \frac{60 \cdot f}{P} \quad \text{veya} \quad n_s = \frac{60 \cdot f}{P}$$

P: Çift kutup sayısı

### 15.3 . Dönme momenti–Kayma :

Asenkron motorlarda stator döner alanının döndüğü hıza  $n_s$  ( $n_o$ ) senkron hız denir. Rotor hiçbir zaman senkron hızla dönmez. Çünkü stator döner alanı ile rotor çubukları aynı doğrultuda olacağından rotor, iletken çubukları stator alanı tarafından kesilmeyecek rotor çubuklarında EMK indüklenmeyecek ve dolayısıyla moment meydana gelmeyecektir. Bu nedenle rotor hızı senkron hızdan geride kalacaktır. Rotor üzerinde hiçbir yük olmasa dahi rotorun yenmesi gereken elektriki–mekanik (sürtünme) dirençleri sıfır olmayacağından rotorda az da olsa bir yük vardır. Bundan dolayı rotor döner alanın hızından daha küçük hızda dönmek zorundadır.

Stator sargısında meydana gelen döner manyetik alan senkron hızla dönerken rotor iletkenlerini (Bakır–alüminyum çubuklar) keser ve sincap kafesli (kısa devre çubuklu) rotorda gerilim indüklenir. İndüklenen gerilim rotor çubuklarından geçirdiği akım rotor manyetik alanını meydana getirir. Stator–rotor alanlarının birbirine etkisi sonucu rotor stator alanı yönünde döner.

Motor miline yük uygulandığında rotor hızı düşer. Bu durumda stator alanı rotor çubuklarını (iletkenlerini) daha fazla keser, rotorda endüklenen gerilim–akım artar. Bu da dönme momentini artırır. Üç fazlı asenkron motorda senkron hızla rotor hızı arasında bir fark (kayma) olursa dönme momenti oluşur.

**Kayma:** Senkron hızla ( $n_s - n_o$ ) , rotor hızı ( $n$ ) arasındaki farka kayma denir.

Devir cinsinden kayma :  $S = n_s - n$  veya  $S = n_o - n$

Yüzde cinsinden kayma :  $\% S = \frac{n_s - n}{n_s} \cdot 100$  veya  $\% S = \frac{n_o - n}{n_o} \cdot 100$

Rotorda indüklenen gerilimin frekansı:  $f_2 = S \cdot f_1$  dir.

$f_2$ : Rotorda indüklenen gerilimin frekansı

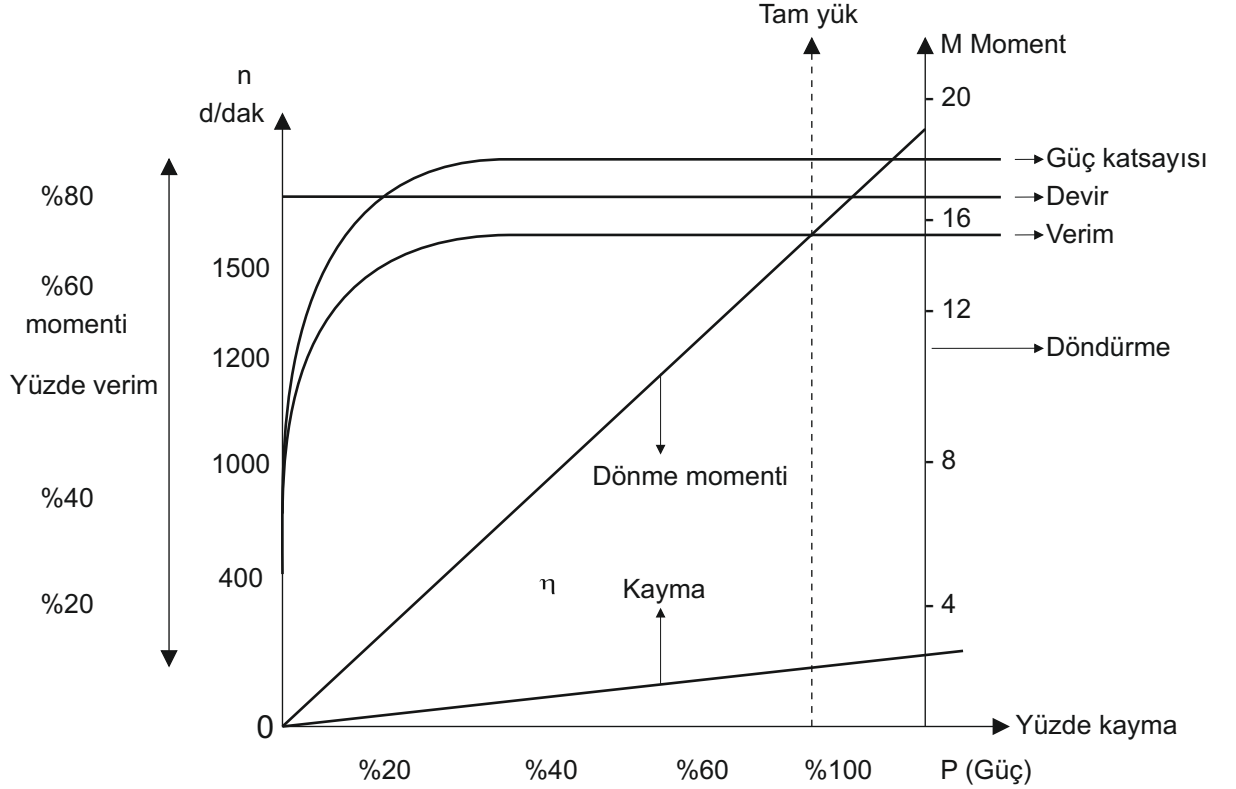
$f_1$ : Statora uygulanan gerilim frekansı

S: Kayma

#### 15. 4 Asenkron motorun çalışma karakteristiği :

Üç fazlı sincap kafesli asenkron motorlar boş çalışma ve tam yükte çalışmada yaklaşık olarak sabit hızla çalışırlar. Rotor empedansı çok küçük olduğundan (Bakır–alüminyum çubuk) küçük bir hız değişimi ile rotor akımı artar, gerekli dönme momenti elde edilerek yük karşılanır. Boş çalışmada kayma %1'den küçük, tam yükte ise %2-%5 arasında değişim gösterir. Bu nedenle asenkron motorlar sabit hızlı motorlar olarak adlandırılır.

Asenkron motorlarda verim, küçük güçlerde düşüktür. Yük arttıkça verim artar. Yükün %75 ile %100 arasında maksimum değerine ulaşır.



Şekil- 15.5: Sincap kafesli asenkron motorun çalışma karakteristiği eğrisi.

Asenkron motorlarda kayıplar; sabit kayıplar ve bakır kayıplarından meydana gelir. Sabit kayıplar: Sürtünme, hava ve demir kayıpları olup bütün yüklerde sabittirler. Bakır kayıpları ise motor sargılarından  $I^2.R$ 'dir. Buda sargılardan geçen akım arttıkça bakır kayıpları da artar. Küçük yüklerde giriş gücünün büyük bir kısmını sabit kayıplar tuttuğundan verim düşer. Büyük yüklerde (tam yükte) ise sabit kayıplar küçük bir kısmını teşkil ettiğinden motor verimi artar. Yük motorun nominal değerini aşarsa bakır kayıpları hızla artarak verim düşer.

$$\eta = \frac{\text{Çıkış gücü}}{\text{Giriş gücü}} \cdot 100 \quad \text{veya} \quad \eta = \frac{\text{Giriş gücü} - (\text{Sabit kyp.} + \text{bakır kyp.})}{\text{Giriş gücü}} \cdot 100$$

Asenkron motorlarda kayma küçük, hız regülasyonu mükemmeldir.

## 15.5 Asenkron Motor Bağlantı Uçları :

Üç fazlı asenkron motorlarda stator sargıları motor klemensine her faz gurubu için ayrı ayrı çıkartılır.Faz gurupları içindeki bağlantılar içerde (stator sargılarında) yapılırlar.

Sargı uçları ;

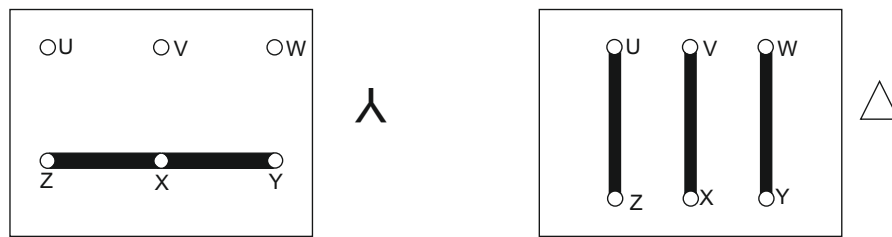
Birinci faz =>  $U_1 - U'_2$  veya  $U - X$

İkinci faz =>  $V_1 - V'_2$  veya  $V - Y$

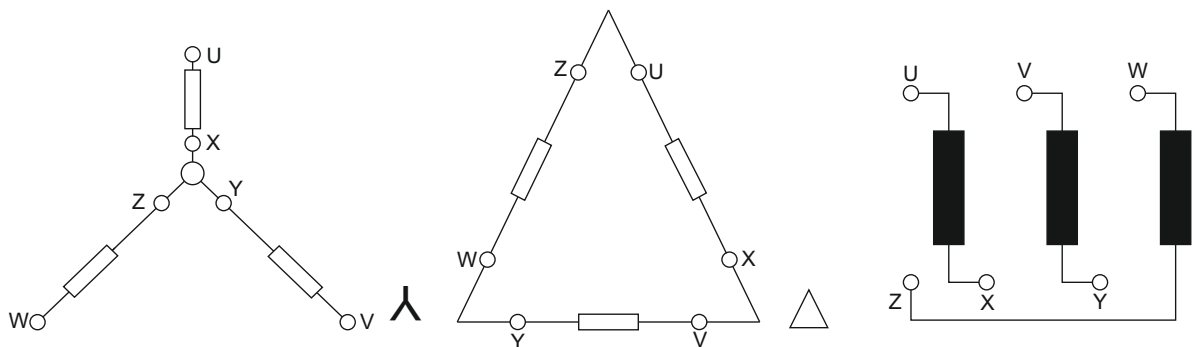
Üçüncü faz =>  $W_1 - W'_2$  veya  $W - Z$

## Tanımlamalar :

Üç fazlı asenkron motorun sargıları yıldız-üçgen ( $\lambda, \Delta$ ) devre olarak bağlanırlar.



Motor klemens bağlantısı



Motor klemensine uçlarına çıkarılması

Şekil- 15.6: Üç fazlı asenkron motorun bağlantıları

Asenkron motorlarda yıldız devrede dönme momenti-akım değerleri üçgen devrenin üçte biri kadardır. Motorların  $\Delta$  bağlanma koşulu şebeke gerilimi ve motor etiketine göre belirlenir.

## 16.6 Üç fazlı asenkron motorda kalkınma ve yol verme :

Kısa devre rotorlu asenkron motorlar ilk anda (rotor durduğu için) sekonderi kısa devre edilmiş trafoya benzerler.Bu nedenle kalkınma anında nominal akım değerlerinin 4-6 katı kadar fazla akım çekerler.Bu durum bağlı buldukları şebekelerde akım dalgalanmaları ve gerilim düşümlerine (kısa bir süre için) sebebiyet verirler.Bu da aynı şebekeden beslenen diğer elemanların etkilenmesine sebep olur.Motorların kalkınma anındaki çektikleri yüksek akımlar kısa süreli (3-5 saniye) olduğu için kendi sargılarına zarar vermezler.Kısa sürede motorun normal devrine ulaşmasıyla kalkınmada çekilen yüksek akım nominal değerine çekilir.

Küçük güçlü asenkron motorların kalkınma akımları şebekeyi fazla etkilemediği için yol verme sistemlerine gerek duyulmaz. 4 KW (HP) 'tan küçük güçlü ve yüksek reaktanslı motorlara direkt yol verilir. Bunun dışındaki motorlara kalkınma anında düşük gerilim uygulayarak yol verilir. Uygulanan gerilim düşük olunca kalkınma momenti ve motor gücü de düşük olur.

### **Asenkron Motorlara yol verme metotlar :**

- I. Direkt yol verme ;  
4 KW' tan küçük güçlü ve yüksek reaktanslı motorlara
- II. Düşük gerilimle yol verme ;  
4 KW' tan büyük güçlü motorlara şu usullerle yol verilir ;
  - a. Seri dirençle yol verme,
  - b. Seri reaktansla yol verme,
  - c. Oto trafosuyla yol verme,
  - d. Yıldız–üçgen şalterlerle yol verme.
- III. Invertör (frekans değiştirerek yol vericiler) ;
- IV. Soft-start (yumuşak yol vericiler)

Günümüzde çok amaçlı kullanım olarak A.C. Motor kontrolcüsüyle yapılmaktadır. Asenkron motorların kalkınma ve yol verme sistemlerinde motorun bağlanacağı şebeke gerilim değeri ve motor etiketi değerlerinin uygulanacak yol verme sisteminde önemli bir etkidir. Dikkatli incelenmesi gerekmektedir.

### **15. 7 Üç Fazlı Asenkron Motorların Frenlenmesi :**

Üç fazlı asenkron motorların endüstriyel çalışmalarda buldukları koşul itibari ile yük- lü olsalar dahi ani durdurulmaları, diğer bir deyişle frenlenmeleri gerekmektedir. Bu nedenle asenkron motorlarda mekanik veya elektriksel olarak durdurulması veya frenlen- mesi yapılır. Bunlar ;

#### **I. Mekanik frenleme ;**

Balatalı frenleme: Asenkron motoru durdurmak için enerjisi kesildikten sonra aynı anda motor mili balata sistemiyle sıkıştırılarak çeşitli usullerde durdurulmuş-frenlenmiş olur.

#### **II. Elektriksel frenleme ;**

Generatörle frenleme: Motor miline akuple generatör motor enerjisi kesildikten hemen sonra yüklenerek durdurulmasıdır.

Ani durdurma: Motor enerjisi kesildikten sonra ters yönde akım verilir. Böylece motor ters yönde dönmek isteyecek dolayısıyla duracaktır. Bu sistem şalter veya kumanda sis- temiyile yapılır.

#### **III. Dinamik frenleme ;**

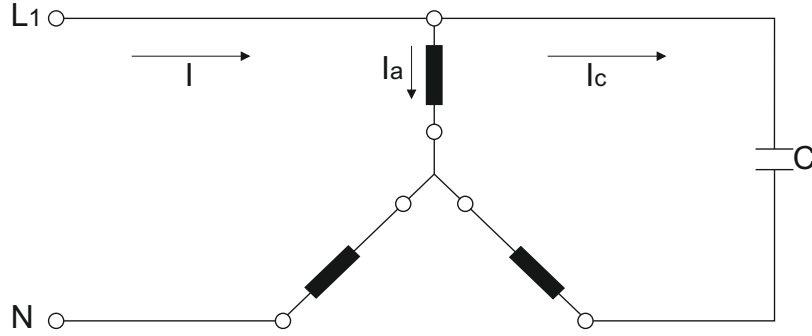
Asenkron (endüksiyon ) motorlarda dinamik frenleme ile durdurulur. Durdurma butonu- na basılınca motor devre dışı kalır. Bu anda stator sargılarına D.C. gerilim tatbik edilir. (kısa bir süre için) Stator sargılarında doğru akımın etkisiyle manyetik alan oluşur. Bu alan içinde dönen rotordan büyük akımlar geçer. Stator, rotor akımının etkisiyle motor frenlenir–durur. Bu sistem için şalter (manyetik) ve kumanda sistemi kullanılır.

\*Invertör kullanımında da fren modülü kullanılır.

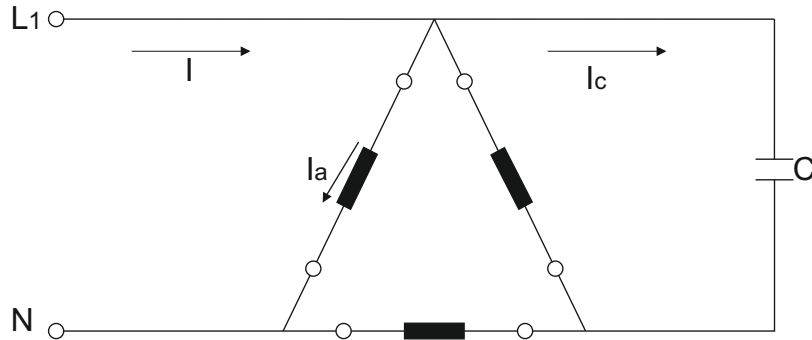
## 15.8 Üç Fazlı Asenkron Motorun Tek Fazlı Şebekede Kullanılması :

Üç fazlı  $\lambda / \Delta$  bağlı asenkron motorların gerek duyulduğunda bir fazlı şebekelerde çalıştırılmak istenirse, her iki bağlantıda da bir faz gurubu bobinlere paralel bir kondansatör bağlanır. Kondansatör bir fazlı devrede kalkınmasını ve çalışmasını sağlar. Motor sargılarından geçen akımla ( $I_a$ ), kondansatör üzerinden geçen akım ( $I_c$ ) akımı arasında faz farkı olduğundan döndürme momenti oluşturur. Yani stator sargılarında tek fazla ve kondansatör yardımı ile geçen akımlar arasındaki faz farkı nedeniyle döner alan meydana getirir. Üç fazlı asenkron motorun bu usulde tek fazlı şebekede çalışmasında motor gücü üç fazlı beslemeye göre %40-%45 oranında düşer. Bir fazlı 220-230 volt şebekede kullanılan kondansatör değeri KW başına  $70 \mu F$  olarak hesaplanır. Bu uygulamada 230 V'luk devamlı devrede kalacak yağlı, kağıt yalıtkanlı kondansatörler tercih edilir. Kalkınma momentini yükseltmek için ikinci kondansatör yol alma süresince kullanılır. Kısa süre devrede kalacak elektrolitik kondansatörler tercih edilir.

### Üç fazlı asenkron motorun tek fazlı devrede kondansatörlü bağlantı şeması



### Yıldız bağlı asenkron motorun tek fazlı şebekede kondansatörlerle çalışması



### Üçgen bağlı asenkron motorun tek fazlı şebekede kondansatörle çalışması

Şekil- 15.7: Üç fazlı asenkron motorun tek fazlı şebekede çalışması

## Deney no 30: ÜÇ FAZ ASENKRON MOTORDA FAZ DİRENÇLERİNİ ÖLÇMEK

**Deneyin amacı:** Üç faz asenkron motor sargılarını ohm metre ile (avometre) ile kontrol edip faz direnç değerlerini bulmak.

**Araç Gereçler :-**Enerji üniteli deney masası  
-Raylı motor sehpası  
-Üç faz asenkron motor  
-Avometre - Ohm metre  
-Jaglı kablo ,IEC fişli kablo

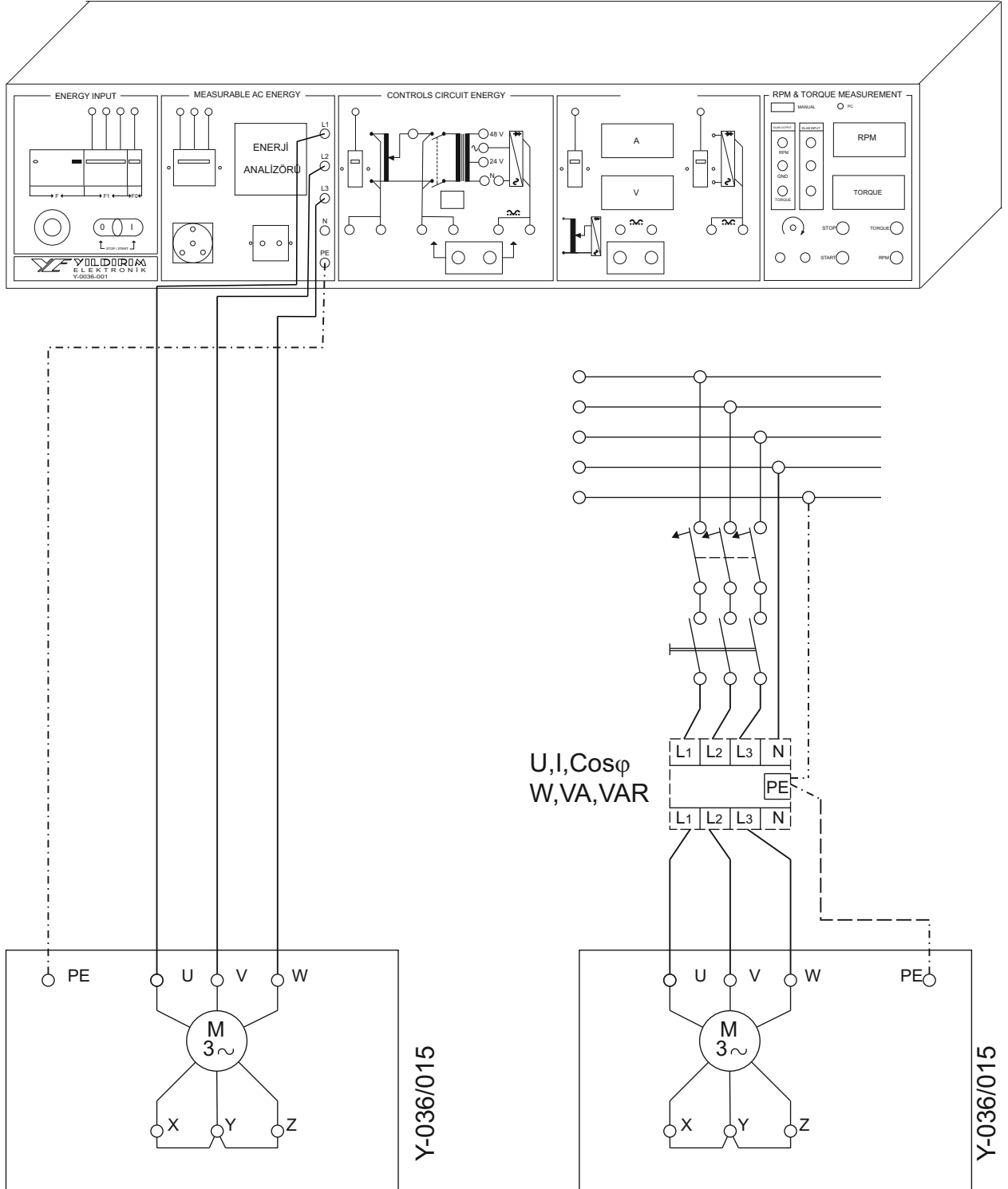
Y-036/001

Y-036/002

Y-036/015

**Deney bağlantı şeması :**

Y-036/001



a)Deney bağlantı şeması

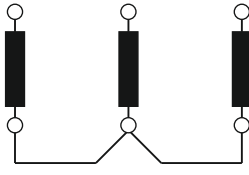
Şekil 30.1:Üç faz asenkron motorun direk çalışması deney bağlantı şeması.

b)Devre şeması



## Deneyin yapılışı :

Üç fazlı asenkron motorun klemensini aşağıdaki gibi  $\Delta$  bağlayınız.



b) motor klemens  $\Delta$  bağlantı

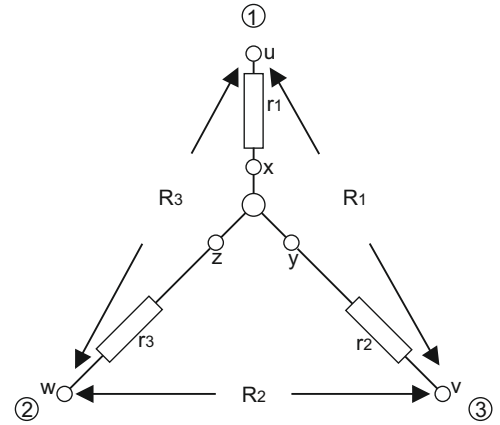
$$1-2 \Rightarrow U-V \Rightarrow R_1 = r_1 + r_2 \Rightarrow r_1 = \frac{1}{2} \cdot (R_1 + R_3 - R_2)$$

$$2-3 \Rightarrow V-W \Rightarrow R_2 = r_2 + r_3 \Rightarrow r_2 = \frac{1}{2} \cdot (R_1 + R_2 - R_3)$$

$$3-1 \Rightarrow W-U \Rightarrow R_3 = r_3 + r_1 \Rightarrow r_3 = \frac{1}{2} \cdot (R_2 + R_3 - R_1)$$

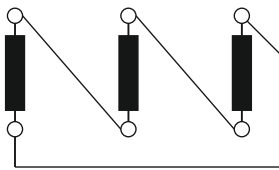
Bu durumda faz dirençleri eşit olduğuna göre

$$r_1 = \frac{1}{2} \cdot R_1, r_2 = \frac{1}{2} \cdot R_2, r_3 = \frac{1}{2} \cdot R_3 \Rightarrow r_1 = r_2 = r_3 = \frac{1}{2} \cdot R_1 = \frac{1}{2} \cdot R_2 = \frac{1}{2} \cdot R_3$$



c) Faz dirençlerinin  $\Delta$  bağlantı

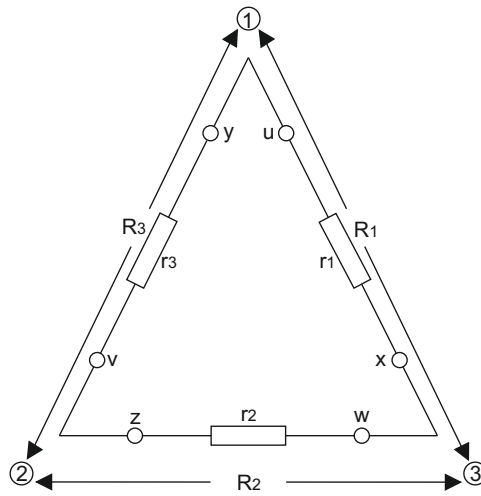
- Ohm metre veya avometre ile  $R_1, R_2, R_3$  direnç değerini ölçüp kaydediniz.
- Ölçtüğünüz değerlerden, denklemleri kullanarak faz (sargı) direnç değerlerini bulup kaydediniz.
- Sargı uçları ile motor gövdesini ohm metre (avometre) ile kontrol ediniz.
- Denklemlerle bulduğunuz faz (sargı) direnç değerleri ile ölçüm değerlerini karşılaştırınız.
- Üç fazlı asenkron motorun klemensini aşağıdaki gibi  $\Delta$  bağlayınız.



a) bobin açık  $\Delta$  bağlantı



b) motor klemens  $\Delta$  bağlantı



c) Faz dirençlerinin  $\Delta$  bağlantısı

$$1-2 \Rightarrow U_y-XW \Rightarrow R_1 = \frac{r_1(r_2+r_3)}{r_1+r_2+r_3}$$

$$2-3 \Rightarrow WX-ZV \Rightarrow R_2 = \frac{r_2(r_1+r_3)}{r_2+r_1+r_3}$$

$$3-1 \Rightarrow VZ-YU \Rightarrow R_3 = \frac{r_3(r_1+r_2)}{r_3+r_1+r_2}$$

Bu durumda faz dirençler eşit olduğuna göre

$$R_1=R_2=R_3 \Rightarrow r_1=\frac{2}{3} R_1, r_2=\frac{2}{3} R_2, r_3=\frac{2}{3} R_3$$

$$r_1=r_2=r_3=\frac{2}{3} R_1=\frac{2}{3} R_2=\frac{2}{3} R_3$$

- Ohm metre veya avometre ile  $R_1, R_2, R_3$  direnç değerini ölçüp kaydediniz.
- Ölçtüğünüz değerden denklemleri kullanarak faz (sargı) direnç değerlerini bulup kaydediniz.
- Denklemlerle bulduğunuz direnç değeri ile ölçüm sonucu bulduğunuz direnç değerlerini karşılaştırınız.
- Şekil-30.1 deki deney devresini kurunuz.
- Asenkron motora  $\lambda$  bağlı nominal gerilimini uygulayınız.
- Enerji ünitesindeki enerji analizatöründeki motorla ilgili parametreleri  $U, I, \cos\phi, W, VA, VAR$  gözlemleyip kaydediniz.
- Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.

#### Deneyde alınan değerler :

R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>	r <sub>3</sub>	Enerji analizatörü						AÇIKLAMA
						U	I	cosφ	W	VA	VAR	

#### Değerlendirme :

- Soru 1: Asenkron motor sargılarında nasıl arızalar olur? açıklayınız .
- Soru 2: Faz sargıları dirençleri arasında farklılık olur mu, varsa ne anlama gelir? açıklayınız.
- Soru 3: Bulduğunuz  $r_1, r_2, r_3$  faz sargı dirençlerine uyguladığınız  $U$  gerilimine göre ohm kanunuyla bulduğunuz  $I$  değeri ile motor çalışma akımı  $I$  aynı mı değilse sebebi nedir? açıklayınız.
- Soru 4: Bulduğunuz dirençlerden bakır kayıplarını bulunuz.
- Soru 5:  $\lambda$  ve  $\Delta$  bağlantıda oluşan direnç değerini analiz ediniz.
- Soru 6: Deney sonu gözlemlerinizi açıklayınız.

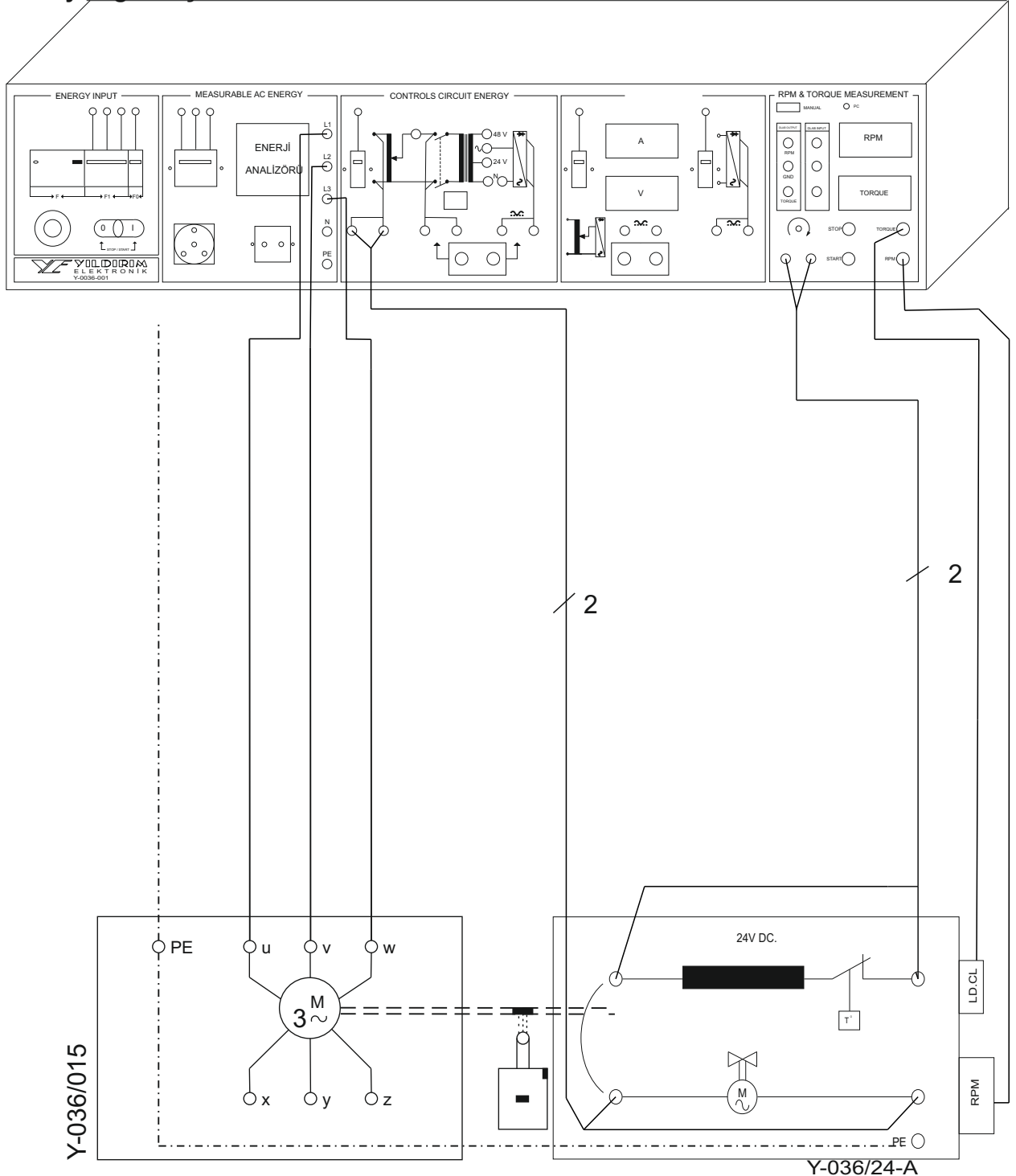
## Deney no 31: ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORDA KAYMANIN BULUNMASI

**Deneyin amacı:** Asenkron motorlarda kaymanın bulunması; yükle ilişkisi ve motor devrinin ölçülmesini kavramak.

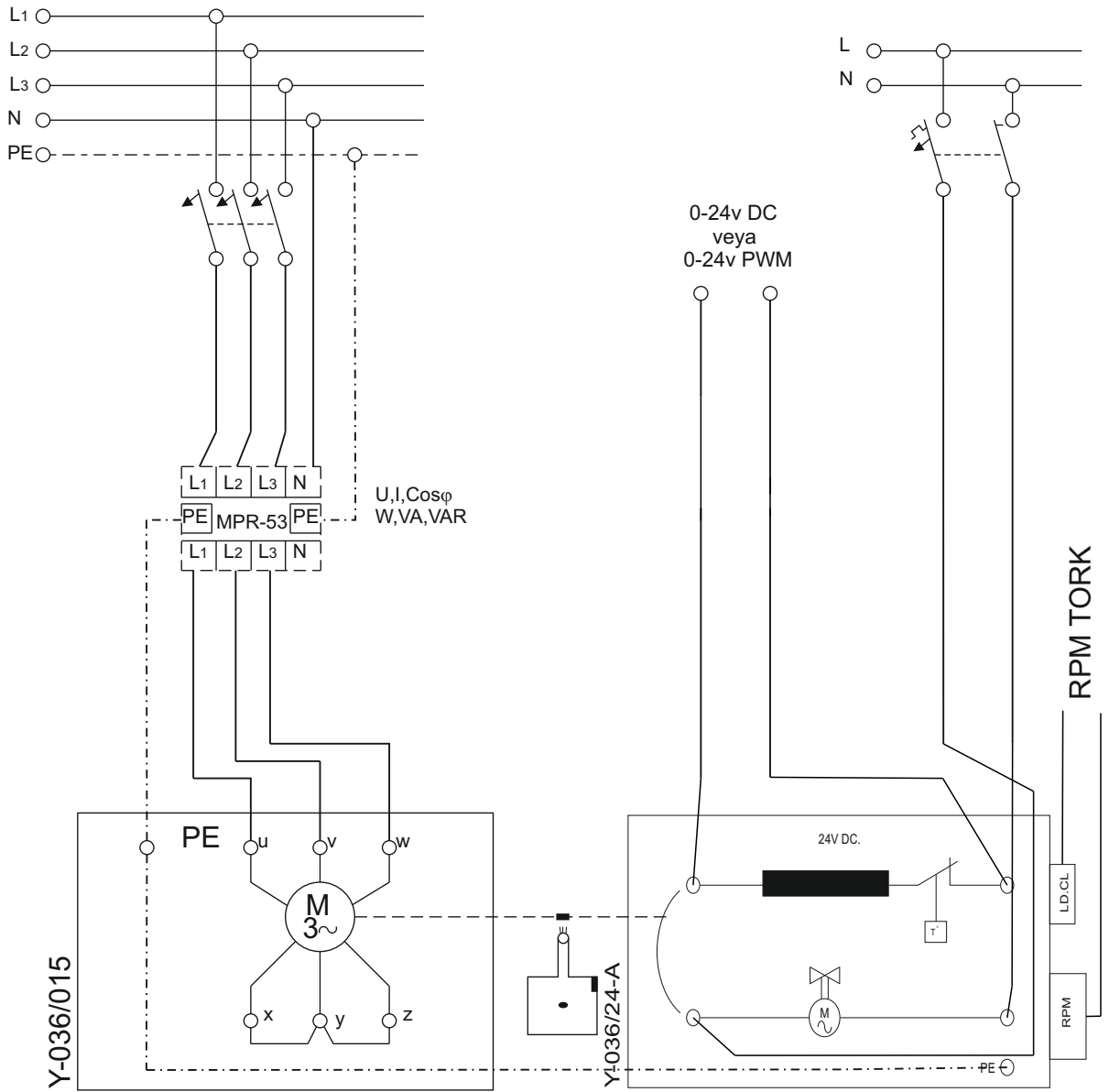
**Araç Gereçler:** -Enerji üniteli deney masası Y-036/001  
-Raylı motor sehpası Y-036/003  
-Üç faz asenkron motor Y-036/015  
-Fucolt freni (dinamik yük) Y-036/024  
-El tipi takometre  
-Jaglı kablo ,IEC fişli kablo

**Deney bağlantı şeması :**

Y-036/001



Şekil 31.1:Üç fazlı asenkron motorlarda kaymanın bulunması deney bağlantı şeması.



Şekil 31.2:Üç fazlı asenkron motorda kaymanın bulunması devre bağlantı şeması.

Bilgi :Asenkron motorlarda kayma; döner alan ( $n_s$  veya  $n_o$ ) devir sayısı ile rotor ( $n_r$  veya  $n$ ) devir sayısı arasındaki farka kayma (S) denir.

$S = n_s - n_r$  devir cinsinden,

$S = \frac{n_s - n_r}{n_s} \cdot 100$  yüzde cinsinden denklemlerle bulunur.

Asenkron motorda boş çalışmada kayma küçük değerlidir.Yük oranı arttıkça kayma değeri de artar.Kaymanın sıfır olması mümkün değildir.Döndürme momentinin oluşması için rotorda emk'nın oluşması ve rotordan akım geçmesi gerekir.Kaymanın çok küçük olması  $S=1$  gibi rotorun durması anlamına gelir.Bu koşulda motor (stator sargıları) şebeke-den büyük akım çeker.Kaymanın bulunması aşağıdaki usullerle yapılır.

**Turmetre ile kaymanın bulunması** :Turmetre ile motor milinden rotor devir sayısı ölçülür.Motorun kutup sayısı–frekans kullanarak döner alan devir sayısı bulunup kayma tespit edilir.

**Strosboskobik (alüminyum) disk-neon lamba yardımı ile kaymanın bulunması** : Motor miline bağlanan alüminyum disk üzerine kutup sayısı kadar siyah–beyaz şeritler eşit olarak yapılır.Motor dönerken aynı şebekeden beslenen neon lamba diske yaklaştırılır.Bu anda siyah şeritler motor dönüş yönü tersine döndüğü görülür.Belirli zaman (saniye)

içindeki siyah bölümler sayılır (Z).Buna göre;

$$\%S = \frac{Z}{2.f.t} \cdot 100 \text{ denklemi ile bulunur.}$$

f :Şebeke frekansı

t :Sinyal bölümlerin sayıldığı zaman (saniye)

Z :Zaman içinde sayılan siyah şerit sayısı

**Rotoru sargılı asenkron motorlarda mili voltmetre ile kaymanın bulunması :**Rotoru sargılı asenkron motora, rotor sargısına direnç bağlanarak yol verilir.Sıfırı ortada mili voltmetre rotor sargısı iki ucuna bağlanarak belirli bir zaman (saniye) içindeki salınım sayısı tespit edilir.İbrenin, sola–sıfıra–sağa salınımı bir salınım kabul edilir.Salınım sayısı tespiti birim zamanda yapıldıktan sonra

$$\%S = \frac{Z}{t.f} \cdot 100 \text{ denkleminde kayma bulunur}$$

Z :Salınım sayısı (saniye)

t :Salınımın sayıldığı zaman (saniye)

f :Frekans, motorun çalıştığı şebeke frekansı

### Deneyin yapılışı :

- Şekil 31.1,31.2 deki deney devresini kurunuz.
- Yansıtıcı bantı akuple kaplına uygula (yapıştır).
- Üç faz asenkron motoru (λ bağlı) nominal gerilimini uygulayınız.
- Takometre ile motor akuple kaplından (nr) rotor hızını ölçüm kaydediniz.
- Manyetik toz frenine D.C gerilim(0)sıfırdan başlayarak kademe kademe uygulayınız.Aynı anda fan motorunada (L-N) 220v A.C uygulayınız.
- D.C gerilim uygulaması max 24v veya asenkron motorun nominal akımının %1,5 katına kadar akım çekecek kadar uygulayınız.
- Her kademede D.C gerilim uygulamada motor akuple kaplından (nr) rotor hızını ölçüp kaydediniz.
- Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.

### Deneyde alınan değerler :

Enerji analizatörü						Uf	If	ns	nr	S	AÇIKLAMA
U	I	Cosφ	W	VA	VAR						

### Değerlendirme :

- Soru 1: Kayma nedir? tanımlayarak,bulunması nasıl yapılır? açıklayınız
- Soru 2: Hesaplama bulunan kayma (S) ile deneyde bulunan kayma arasında fark var mıdır? sebebini açıklayınız.
- Soru 3: Kaymanın 0,1,-1 olması ne anlama gelir nasıl sağlanır? açıklayınız.
- Soru 4: Yük arttıkça kayma artar mı bunun sebebi nedir? açıklayınız.
- Soru 5: Kayma olmadan dönme momentinin oluşması için ne yapılması gerekir? açıklayınız.
- Soru 6: Deney sonu gözlemlerinizi açıklayınız.

## Deney no 32: ASENKRON MOTORUN BOŞ ÇALIŞMASI

**Deneyin amacı :**Asenkron motorun sabit kayıpları ( $P_{fe}$ ) demir,( $P_s$ ) sürtünme kayıpları bulmak ve  $\lambda, \Delta$  bağlantılarında boş çalışmada kalkış akımını inceleyip analiz etmektir.

**Araç Gereçler :-**Enerji üniteli deney masası  
-Raylı motor sehpası  
-Üç faz asenkron motor  
-Jaglı kablo ,IEC fişli kablo  
-Takometre

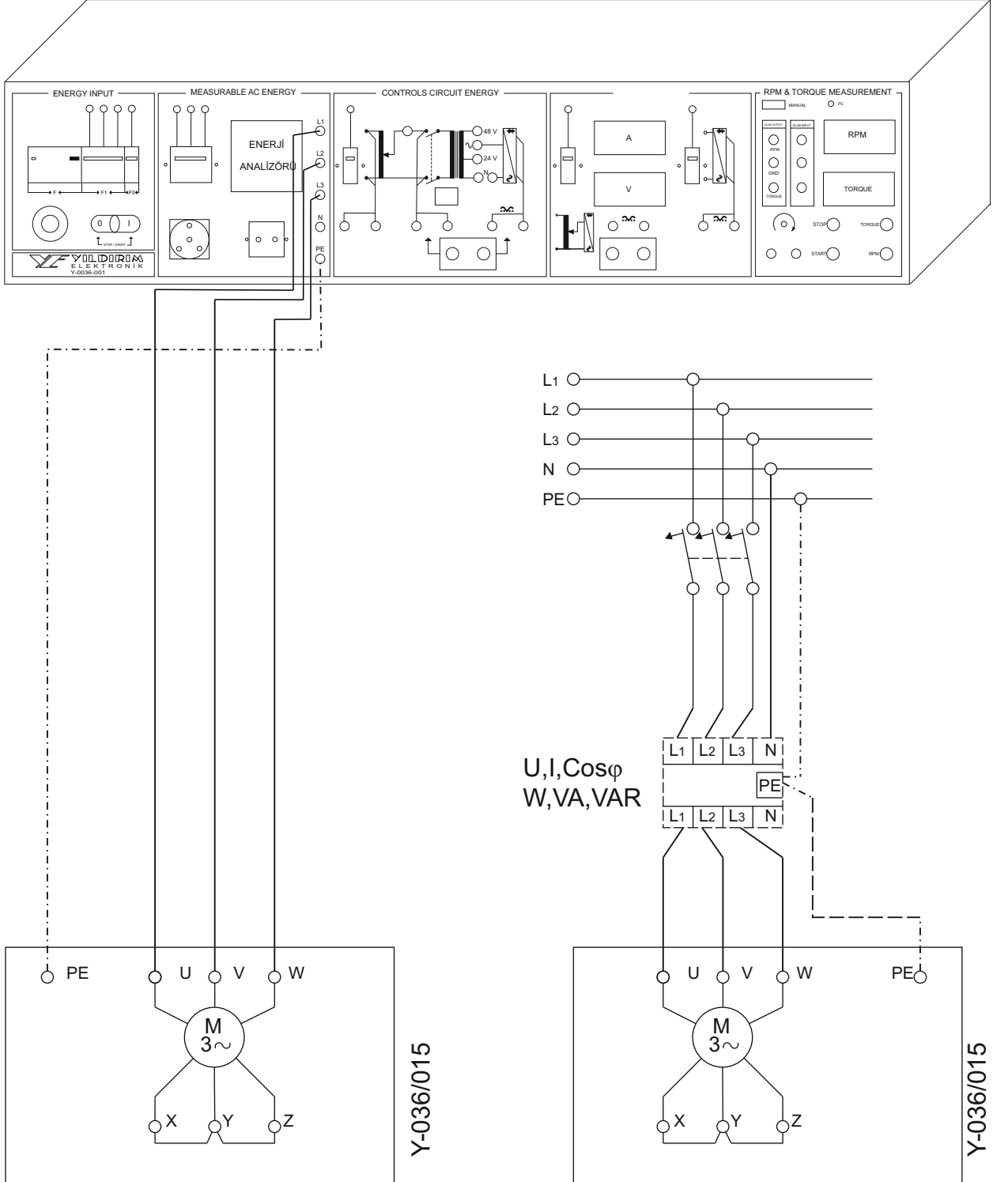
Y-036/001

Y-036/003

Y-036/015

**Deney bağlantı şeması :**

Y-036/001



Şekil 32.1:Üç faz asenkron motorun boş çalışması deney bağlantı şeması.

Bilgi : Asenkron motorla boş (yüksüz) çalışmada şebekeden çok küçük akım–güç çekerler.Çekilen bu küçük güç asenkron motorun sabit kayıplarını karşılar.

Bu kayıplar ;

Demir kayıpları  $P_{fe}$   
Sürtünme–rüzgar kayıpları  $P_s$

Motorların boş çalışmalarında nominal gerilim uygulanır.Asenkron motorlarda boş çalışmada kayma çok küçüktür. Asenkron motorlar boş çalışmada motor yapısına göre şebekeden nominal akımın % 15-% 50 'si kadar akım çeker.Bu akımın bileşenleri ;  $I_m$  (stator manyetik alanı) manyetik alan akımı ve kayıpları karşılamak için  $I_w$  akımıdır. Motorun boştaki güç katsayısı 0,1–0,3 gibi değerlerdir.

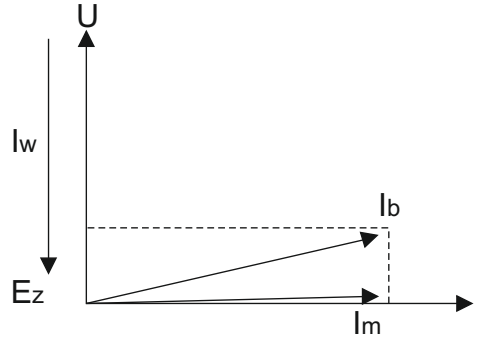
**Boş çalışmadaki güç :**

$$P_b = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_b \cdot \cos \phi_b$$

**Boştaki kayıplar ise ;**

$$P_{cub} + P_{fe} + P_{sü}$$

$$P_b = P_{cub} + P_{fe} + P_{sü} \text{ dir.}$$



Şekil 2 :Asenkron motorun boş çalışma akım bileşeni

Asenkron motorun döner alanı boşta–yükte değişmez.Devir sayısı ise boşta–yükte çok az bir değişim gösterir.Boş çalışmada bakır kayıpları vardır.Bu kaybın çok az olması gerekir.Çekilen akımda olduğu gibi.

**Deneyin yapılışı :**

Not:Deneyde 4kw asenkron motor (y-036/016) vb. kullanılması,ölçüm değerlerinin büyük olması nedeni ile ölçüm ünitesinde daha rahat görülmesi içindir.

- Şekil 32.1 deki deney devresini kurunuz.
- Motor klemensi  $\lambda$  bağlı olarak nominal gerilimini uygulayınız.
- Motor kalkış parametrelerini gözlemleyip kaydediniz (I)
- Motor normal çalışmasında enerji analizatöründen U,I,Cos $\phi$ ,W,VA,VAR değerlerini gözlemleyip kaydediniz.
- Takometre ile motor milinden ( $n_r$ ) rotor devrini ölçüp kaydediniz.
- Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.
- Motor klemensini  $\Delta$  bağlayıp nominal gerilimi uygulayarak yukardaki deney işlem sırasını uygulayınız.
- Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.

### Deneyde alınan değerler:

(λ bağı) Enerji analizatörü							(Δ bağı) Enerji analizatörü							AÇIKLAMA	
U	I	Cosφ	W	VA	VAR	kalkış	U	I	Cosφ	W	VA	VAR	kalkış		

### Değerlendirme :

Soru 1: Asenkron motor boş çalışma deneyi hangi amaçla yapılmıştır? açıklayınız.

Soru 2: Boş çalışmada  $\text{Cos}\phi$  neden küçüktür? açıklayınız.

Soru 3: Boş çalışmadaki ( $P_{cu}$ ) bakır, ( $P_{fe}$ ) demir, ( $P_{sü}$ ) sürtünme kayıplarını bulunuz. ( $P_{cu}$ ) bakır kaybı ne olur? açıklayınız.

Soru 4: Denklem sonucu bulunan  $\text{Cos}\phi$  ile ölçülen  $\text{Cos}\phi$  aynı mı? değilse sebebini açıklayınız.

Soru 5: Kalkış akımları  $\lambda$  ve  $\Delta$  farklı mıdır sebebi nedir? açıklayınız.

Soru 6:Deney sonu gözlemlerinizi açıklayınız.



## Deney no 33: ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORUN KISA DEVRE (KİLİTLİ ROTOR) DENEYİ

**Deneyin amacı:** Asenkron motorların (Pcu) bakır kayıplarını ve eşdeğer direnci (Re)'nin bulunması.

**Araç Gereçler :-**Enerji üniteli deney masası

Y-036/001

-Üç faz varyak

Y-036/002

-Raylı motor sehpası

Y-036/003

-Enerji analizatörü

Y-036/004

-3 faz asenkron motor

Y-036/015

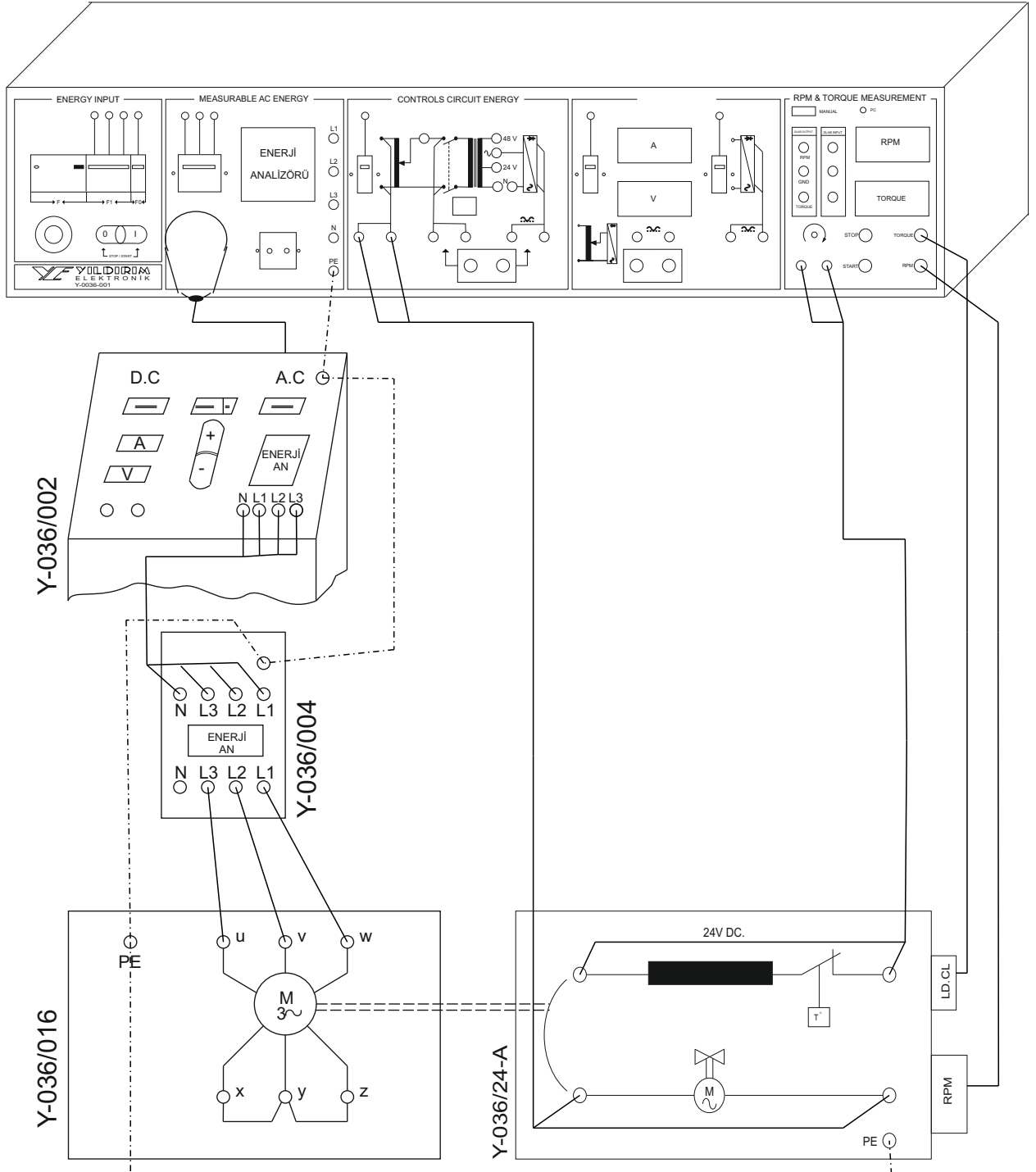
-Manyetik toz fren

Y-036/024-A

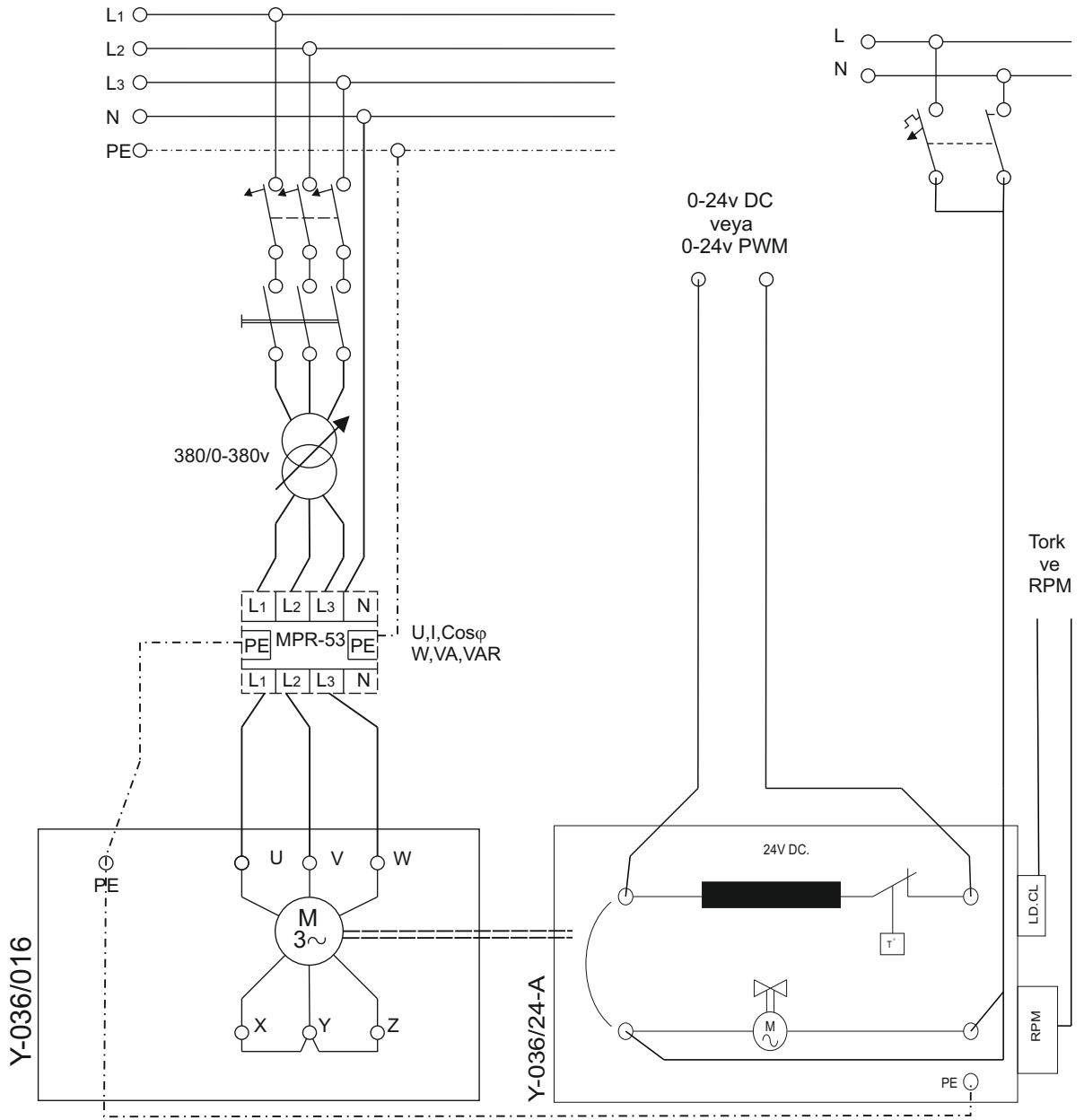
-Jaglı kablo ,IEC fişli kablo

**Deney bağlantı şeması :**

Y-036/001



Şekil 33.1:Üç fazlı asenkron motorun kısa devre deney bağlantı şeması.



Şekil 33.2 Üç faz asenkron motorun kısa devre deneyi devre şeması.

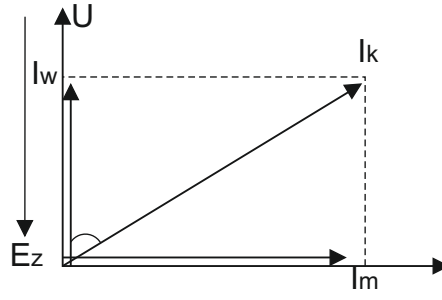
Bilgi :Gerilim kaynağından motor sıfırdan başlayarak gerilimi kademe, kademe artırılarak uygulanır.Motorun çektiği akım önce nominal değerde daha sonra kısa bir süre için nominal değerın %150 sine kadar çıkarılır.Deney süresince rotorun dönmemesi sağlanır. Motora uygulanan gerilim nominal değerın %40 kadardır.Bu sırada motorun çektiği güç bakır kayıplarını verir.Rotor dönmediğinden sürtünme-rüzgar kayıpları sıfırdır.Demir kayıpları küçük değerdedir.Bu deney sonucunda Re bulunduğuna göre herhangi bir yük akımındaki bakır kaybı bulunur.

$$P_k = P_{cu} = 3 \cdot I_1^2 R_e \dots \dots \text{dir.}$$

$$R_e = \frac{P_{cu}}{3 \cdot I_1^2} \dots \dots \text{dir}$$

Bu deneyde alınan ölçüm değerlerle; uygulanan gerilime göre akım-gücün değişimi; akımla güç katsayısı-empedans-güç değişimleri görülebilir.

Asenkron motorun kısa devre akım bileşeni



Sekil.2. Asenkron motor kısa devre deneyi akım bileşeni

$I_k$ - Kısa devre akımı ( statorun çektiği akım)

$I_m$ - manyetik alan akımı

$I_w$ - Kayıpları karşılamak için ( $P_{cu}+P_{fe}$ )akım rotoru kilitlemiş asenkron motor sekonderi kısa devre edilmiş trafo gibidir.

Deneyin yapılışı:

Not:Deneyde üç fazlı 4kw motor (Y-036/016) yerine,üç fazlı 1kw motoru (Y-036/015) kullanabilirsiniz.Manyetik toz freni PWM 0-24v kaynakla maksimum değerde enerjilendirerek yapınız.

-Şekil 33.1,33.2 deki deney devresini kurunuz.

-Motor milinin dönmesini önlemek için manyetik toz freni RPM ve tork kısmının PWM 0-24v kısmı maksimum değerde tutup starta basınız.

-Ayarlı A.C besleme (varyak Y-036/002) ünitesinden sıfırdan başlayarak gerilimi kademe kademe artırarak motora uygulayınız.

-Motor nominal akım değerine ulaşıncaya kadar gerilimi artırınız.Her konumda devredeki enerji analizatöründeki parametreleri ( $U,I,\cos\phi,W,VA,VAR$ ) gözlemleyip kaydediniz.

- $P_k=3.I^2.R_e$  denklemindeki ( $P_k$ ) kısa devre gücü, ( $P_{cu}$ ) bakır kaybı, ( $R_e$ ) eşdeğer direnci ölçümdeki değerlerden ve denklemden bulunuz.

-Motor nominal akım değerinin 1.5 katına yaklaşıncaya kadar motora uygulanan gerilimi kademe kademe artırın nominal değer üzerindeki akım değerini kısa süreli uygulayınız. Bu konumda enerji analizatörünün parametrelerini gözlemleyip kaydediniz.

-Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.

\*isteme bağlı özellikle kısa süreli motor nominal gerilimi uygulayarak deneyi tekrar edebilirsiniz. Gözlemleri kaydedip analiz yapınız.

**Deneyde alınan değerler :**

Enerji analizatörü						n	Re	AÇIKLAMA
U	I	$\cos\phi$	W	VA	VAR			
						n=0 sabit		

**Değerlendirme :**

Soru 1: Asenkron motorda kısa devre deneyi hangi amaçla yapılır? açıklayınız.

Soru 2: Deneyde  $\cos\phi$  değeri nedir? açıklayınız.

Soru 3: Deneyde motor nominal gerilimi neden uygulanmaz? açıklayınız.

Soru 4: Denklemden ( $P_k=\sqrt{3}.U.I.\cos\phi_k$ ) bulunan  $\cos\phi_k$  ile deneyde ölçülen  $\cos\phi_k$  aynı mıdır farklı ise sebebi nedir? açıklayınız.

Soru 5: Kısa devre deneyinde ( $P_{fe}$ ) demir kaybı var mıdır varsa neden göz ardı edilir? açıklayınız.

Soru 6: Deney sonu gözlemlerinizi açıklayınız.

## Deney no 34: ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORUN YÜKLÜ ÇALIŞMASI

**Deneyin amacı :**Asenkron motorun yükte çalıştırıp güç-moment,devir,akım,Cosφ,gerilim ilişkilerini inceleyip analiz etmektir.

**Araç Gereçler :-**Enerji üniteli deney masası

-Raylı motor sehpası

-Üç faz asenkron motor

-Manyetik toz fren

-takometre

-Jaglı kablo ,IEC fişli kablo

Y-036/001

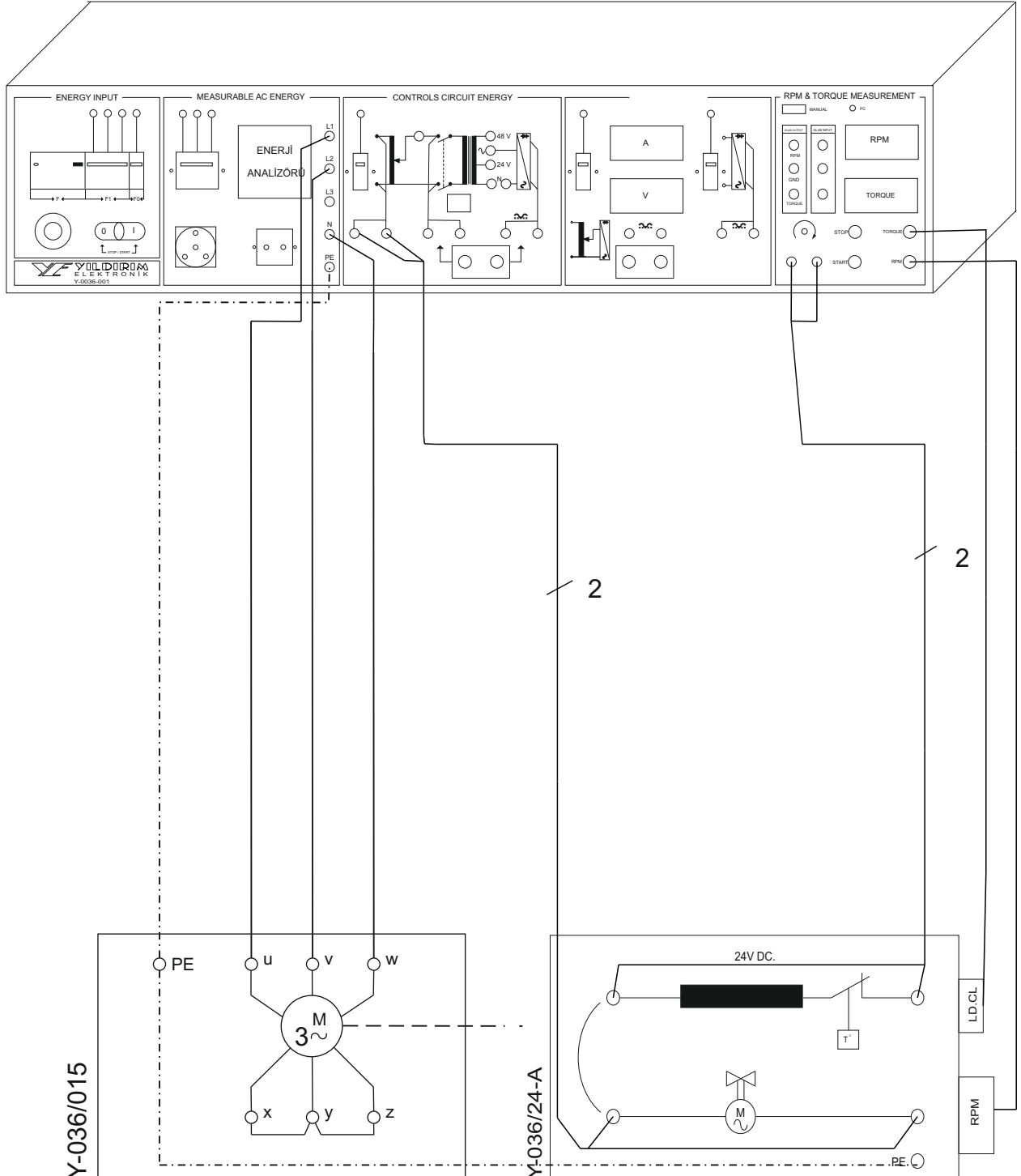
Y-036/003

Y-036/015

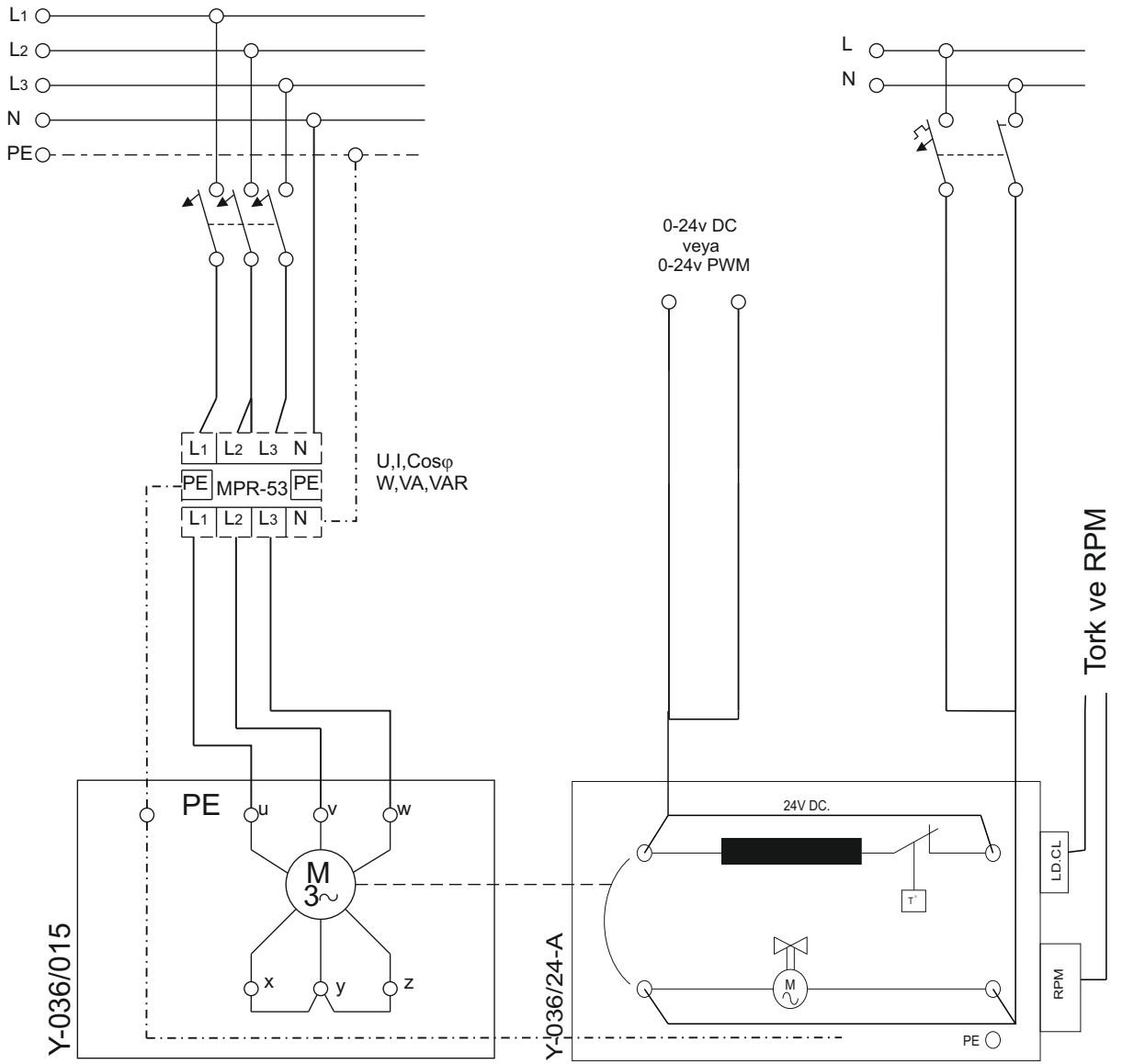
Y-036/024-A

**Deney bağlantı şeması :**

Y-036/001



Şekil 34.1:Üç fazlı asenkron motorun yüklü çalışması deney bağlantı şeması.



Şekil 34.2: Üç fazlı asenkron motorun yüklü çalışması devre bağlantı şeması.

**Bilgi :**

Asenkron motorun yüklü çalışmasında; güç (P) ile, moment (M), devir (n), verim ( $\eta$ ), kayma (S), güç katsayısı ( $\text{Cos}\phi$ ) ve akım-moment, kayma moment gibi ilişkileri gözlemlenebilir.

Asenkron motorlarda devir sayısı yüklendikçe azalır, boş ve tam yükteki devir sayısı doğrusal olarak düşer bu fark büyük değerlerde değildir.

Asenkron motorun güç katsayısı boşta küçük olup, yüklendikçe büyür. Motorun kayması da motor yüklendikçe belirli bir değere kadar artar.

Asenkron motorlarda verim yüklendikçe artar, 1/3 yükten sonra tam yüke kadar verim artışı daha yüksektir.

Asenkron motorun momenti de motordan alınan güçle doğru orantılı olarak artar, bu artış devrilme momentine kadar devam eder. Asenkron motorlarda bazı büyüklüklerin denklemsel ifadesi;

$$S = \frac{n_s \cdot n_r}{n_s} \cdot 100$$

Motor etiketinde alınan güçtür

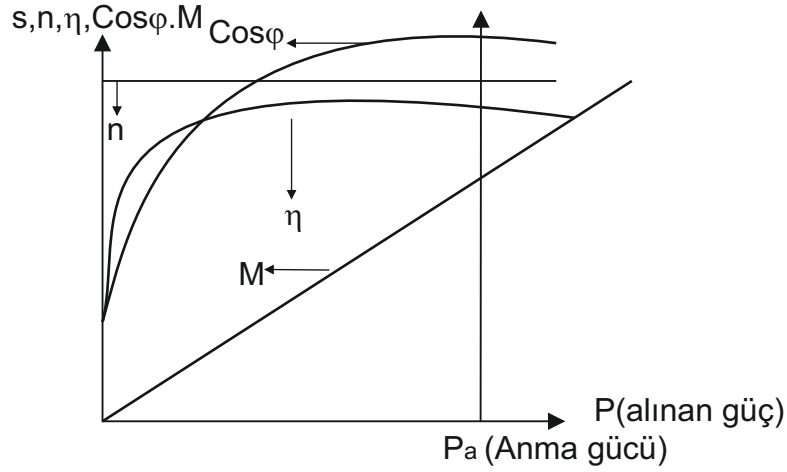
$$\eta = \frac{\text{Alınan güç}}{\text{Verilen güç}}$$

$$M = \frac{P_{kv} \cdot 975}{n_r} \text{ kgm.}$$

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot \text{Cos}\phi \text{ verilen güç}$$

Asenkron motorlarda ( $n_r$ ) devir, turmetre ile ölçülür, güç katsayısı  $\text{Cos}\phi$  metreyle doğrudan ölçülür. Motor kayıpları  $P_k = P_{cu} + P_{fe} + P_s$ , moment fren sistemi gibi usullerle ölçülür.

\*Y-0036/001 enerji ünitesinde devir, tork ünitesinde direk diğer tüm AC parametreler enerji analizöründen direk ölçülür.



Şekil 34.3 Asenkron motorun karakteristikleri

### Deneyin yapılışı :

- Not:\*Deneyde asenkron motoru yüklemek için manyetik toz fren (Y-036/024-A) kullanılmıştır. İstenilirse D.C şönt kompunt dinamo ve yük gurubu kullanılabilir.  
\*3 fazlı asenkron motor şekilde  $\lambda$  bağlı uygulama yapılmıştır şebekeye direk bağlandığı için motor etiketini dikkate alınız.

- Şekil 34.1,34.2 deki deney devresini kurunuz.
- Üç faz asenkron motora nominal gerilimini uygulayıp çalıştırınız.Bu konumda enerji analizatörü parametrelerini (U,I,Cosφ,W,VA,VAR) gözlemleyip kaydediniz.
- Manyetik toz freni fan motorunu (220v A.C) çalıştırınız.
- Manyetik toz frenine D.C kaynaktan sıfırdan başlayarak kademe kademe gerilim uygulayınız veya RPM ve tork ölçüm kısmından 0-24v PWM kısmından starta basıp kademe kademe uygulayınız.Bu konumu asenkron motor nominal gücüne kadar devam ettiriniz. Her konumda enerji analizatörü parametreleri ve n,Nm değerlerini gözlemleyip kaydediniz.
- Manyetik toz frene uygulanan D.C gerilimi artırarak üç faz asenkron motorun nominal gücünün 1.5 katı kadar yüklenmesini sağlayınız.Bu konumda enerji analizatörü parametreleri ve n,Nm değerlerini gözlemleyip kaydediniz.
- Asenkron motor etiket değerlerini dikkate alarak ve uygun koşulları oluşturup motorunuza  $\Delta$  konumda çalıştırarak yukardaki deney işlemini sırasıyla uygulayınız.Motorun yüklü çalışması  $\lambda$  ve  $\Delta$  bağlantı konumunu karşılaştırınız.Motor  $\lambda/\Delta$  direk çalışmaya uygun değilse AC motor sürücü (Y-0036/026 veya Y-0036/026-A) kullanarak motoru  $\Delta$ bağlayın.
- Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.

### Deneyde alınan değerler :

Enerji analizatörü						n d/dak	S Hesap	M Hesap	$\eta$	Tork Nm	AÇIKLAMA
U	I	Cosφ	W	VA	VAR						

### Değerlendirme :

- Soru 1: Asenkron motor devir (n),yük (Pa) arasındaki ilişki nedir? açıklayınız.  
Soru 2: Asenkron motorda kayma (S),yük (Pa) arasındaki ilişki nedir? açıklayınız.  
Soru 3: Asenkron motorda moment değerini analiz ediniz.  
Soru 4: Devrilme momenti nedir hangi koşulda oluşur? açıklayınız.  
Soru 5: Asenkron motorun yüklü çalışmasındaki ( $\eta$ ) verim değişimini analiz ediniz.  
Soru 6: Deney sonu gözlemlerinizi açıklayınız.