

## 1. SENKRON MAKİNE :

Senkron makineler hem A.A genaratör hem de motor olarak kullanılır.Senkron makinelerde rotor hızı ile döner alan hızı birbirine eşittir.Bu makinelerde kayma sıfırdır.Senkron makineler hem boşta hem de yükte senkron hızla dönerler.Senkron makinede jeneratör olarak çalışmada döner alan, dönme hareketi sağlayan doğal mıknatıs veya elektro mıknatısla sağlanır.Motor olarak çalışan senkron makinede yük belirli bir değerden fazla olursa makine senkron devirden düşer ve durur.Bu durumda sincap kafes yoksa kısa devre durumu meydana gelir.

Senkron makinelerin kullanım alanları hem motor hem de jeneratör özelliği kullanılarak oldukça yaygın kullanımı vardır.

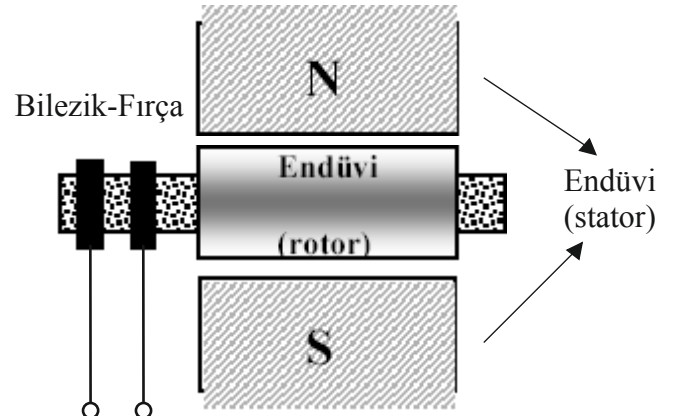
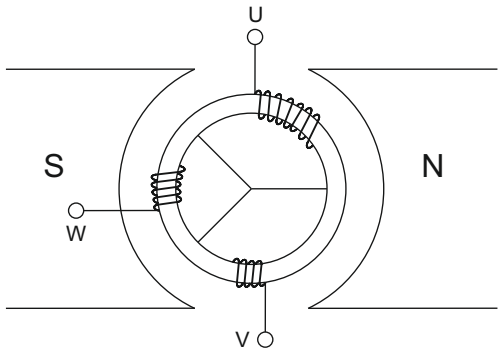
### 1.1. MAKİNE YAPISI:

Senkron makineler döner alan hızı ile dönen makineler olup kayma sıfırdır.Senkron makine jeneratör ve motor olarak kullanılır.Senkron makineden A.C elektrik enerjisi alınıp mekanik enerji verilirse genaratör ; A.C elektrik enerjisi verilip mekanik enerji alınırsa senkron motor olur.

Senkron makinenin rotoruna, endüktör veya uyartım devresi denir.Uyartım sargıları D.C gerilim uygulanır.Stator ise endüvi adını taşır, bu sargılar A.A devresini oluşturur.Bu nedenle senkron makinelerde hem D.C hem de A.C devresi bulunur.Senkron makinelerin devir sayısı yükte değişmez.Sabit devirli sayılırlar.Alternatör olarak kullanımda elektrik

A.C enerji elde edilir.Senkron motor olarak kullanımda mekanik enerji elde etmek ve şebekelerin güç katsayısı düzeltmek amacıyla kullanılır.Senkron makineler yapacakları ve kullanım alanına göre farklı imalat ve özelliklere göre yapılırlar.Senkron makinelerin çeşitleri genel olarak şöyle sıralanır:

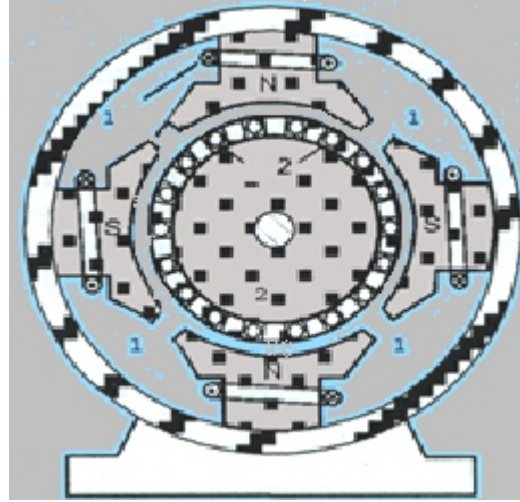
- \*Stator yapılarına göre
- \*Rotor yapılarına göre
- \*Kullanış durumuna göre
- \*Kullanış şekline göre



Şekil1.1 Senkron makine şematik gösterimi

## 1.2. HARİCİ KUTUPLU SENKRON MAKİNA

Bu tip makinalarda uyartım sargısı kutupların üzerine monte edilmiştir. Düşük uyartım gücü stator sargısı üzerinden iletilip, yüksek döndürme gücü rotor bileziklerinden iletilir. Bu durum yüksek güçlü makinelerde bilezik-fırça ve yalıtımda sorunlar yaratır. Bu nedenle genellikle 50 kw güce kadar kullanımı vardır.



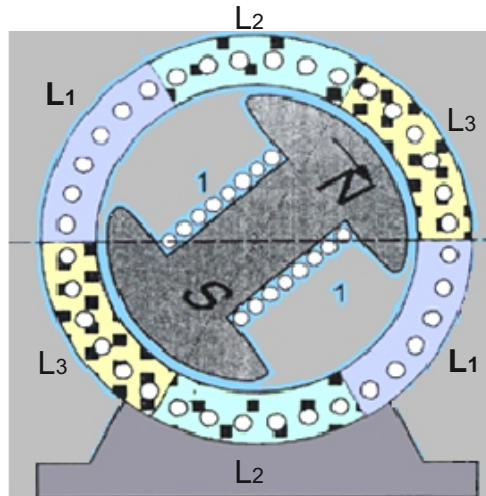
1- Uyartım sargısı  
2- Üç fazlı sargı

a. uyartım sargı (devresi)  
b. üç fazlı sargı

Şekil 1.2 Harici kutuplu senkron makine prensibi şeması

## 1.3. DAHİLİ KUTUPLU SENKRON MAKİNE:

Dahili kutuplu senkron makinede üç faz sargıları stator üzerinden bulunur. Bu makineler düşük uyartım gücü rotora bilezik halkaları-fırçalar yardımıyla iletilir, bunlar (rotoru) tek kutuplu ve tam kutuplu olarak yapılırlar. Dahili kutuplu makineler yüksek güç ve gerilim değerinde yapıлып kullanılır. Tek kutuplu makineler (tek kutuplu rotor) uyartım sargısı kutup kolu üzerine monte edilmiştir. Bu makine düşük devir sayısı için idealdir. Tam kutuplu makinede uyartım sargısı rotorun oyuklarına yerleştirilmiştir. Bu makinelerde yüksek devir sayısı için uygundur.



1: Uyartım sargısı  
L1:1. Faz sargısı  
L2:2. Faz sargısı  
L3:3. Faz sargısı  
L4:4. Faz sargısı

Uyartım sargısı

L1-L2-L3 – 1.2.3 faz sargısı

Şekil 1.3 Tam kutup rotorlu dahili kutuplu makine prensip şeması

#### **1.4. AMORTİSMAN SARGILARI :**

Senkron makinelerde bazı tip ve yapılarda rotora ilave olarak bir kısa devre kafesi oluşturulmuştur Buna amortisman sargısı denilir.Bu sargının görevi simetrik olmayan yüklenme ve yüklenmeden dolayı doğan darbelere karşı ve bu anlarda meydana gelen salınımları yok eden bir etki oluşturmaktır.Amortisman sargıları şu fonksiyonları yerine getirir.

- \*Senkron alternatörlerin paralel olarak bağlanmasında şebeke kararlılığını sağlar.
- \*Alternatörlerde ilave kayıpların oluşmasını engellemek amacıyla ani yük değişimlerinde meydana gelecek salınımları yok etmek
- \*Senkron makinelerde asenkron kalkınma özelliği sağlamak

#### **1.5. SENKRON MAKİNELERDE UYARTIM:**

Senkron generatörlerde enerji üretiminin oluşması için uyartım sargılarına uygulanan D.C akım ve onun sayesinde oluşan manyetik alana ihtiyaç vardır.Genel olarak bu uyartım gücü makinenin %0,2-%5 gücü kadardır.Senkron makinelerde çeşitli uyartım yöntemleri vardır.

Kendinden uyartım: Senkron generatörler tarafından üretilen enerji kullanılır.Aynı D.C dinamolarda olduğu gibi.

Uyartım dinamosu (özel kendinden) uyartım: Bu uyartım sisteminde senkron generatörler aynı milde akuple dönen, uyartım dinamosu vardır.Genellikle şönt dinamo kullanılır. Kendinden uyartım sistemi emniyet açısından tercih edilen sistemdir.

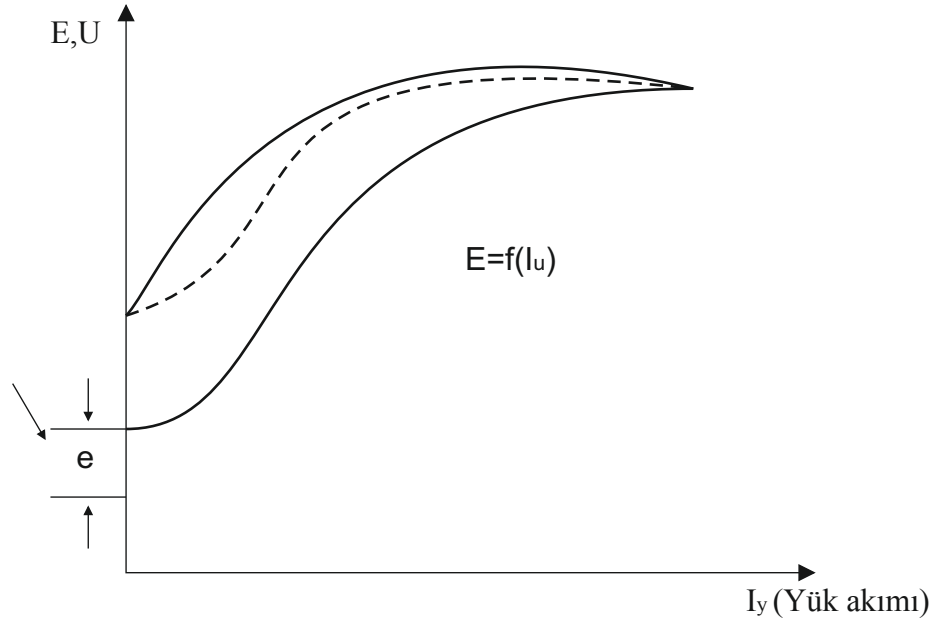
Yabancı uyartım (serbest uyartım): Uyartım için gerekli D.C enerji tamamen ayrı bir kaynaktan sağlanır, ve uyartım sargılarına uygulanır.

Senkron generatörlerde gerilim ayarı, uyartım akımının ayarlanması ile yapılır.Ayrıca senkron generatörler yükü değiştikçe uyartım akımında ayarlanması gerekir.Senkron generatörün beslediği yük özelliği omik– endüktif olunca senkron generatör gerilimi düşümüne sebep olacağından uyartım akımının artırılması, kapastif olunca uyartım akımının azaltılması gerekir.Senkron generatörün uyartımı otomatik usullerle yapılır.

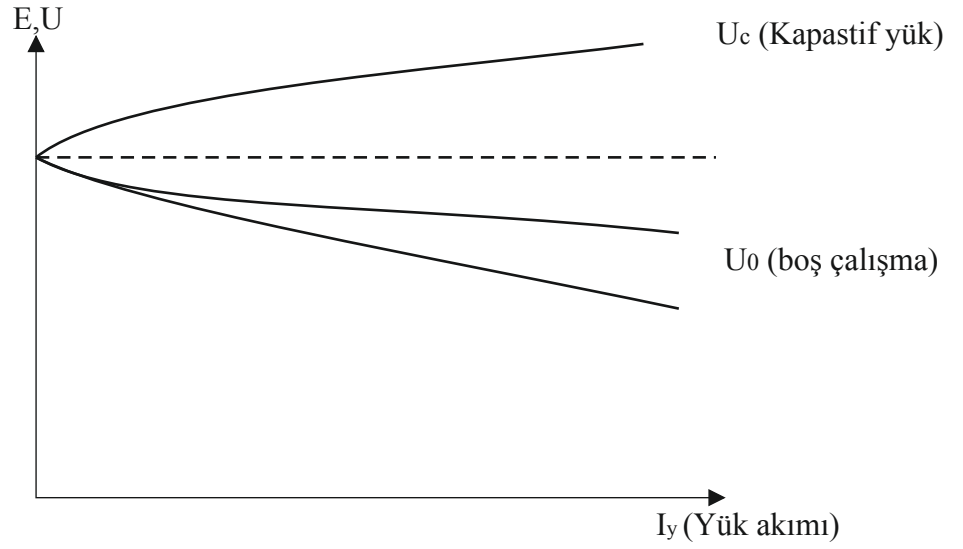
#### **1.6. SENKRON MAKİNEİNİN GENERATÖR OLARAK ÇALIŞMASI :**

Rotor sargıları uyartılan ve dönen senkron makinenin stator sargılarında sinüs formunda bir gerilim indüklenir.Senkron generatörde elde edilen gerilim uyartım akımı ile ayarlanır.Uyartım akımı arttıkça generatörün gerilimi artar, bu gerilim artışı kutupların doyuma ulaşınca kadar devam eder.Generatörde, artık mknatsıziyetten dolayı gerilim üretim başlangıcı sıfırdan olmaz.Küçük bir değer vardır.

Generatörler yüklendikçe uç gerilimi yükün cinsine göre değişir.Omik–endüktif yüklerde gerilim düşüşü gözlenir.Generatörlerin beslediği şebeke–yükle gerilim sabit istenildiğinde gerilimi sabit tutan, dolayısıyla uyartım akımının ayarlanmasını sağlayan gerilim regülatörleri kullanılır.

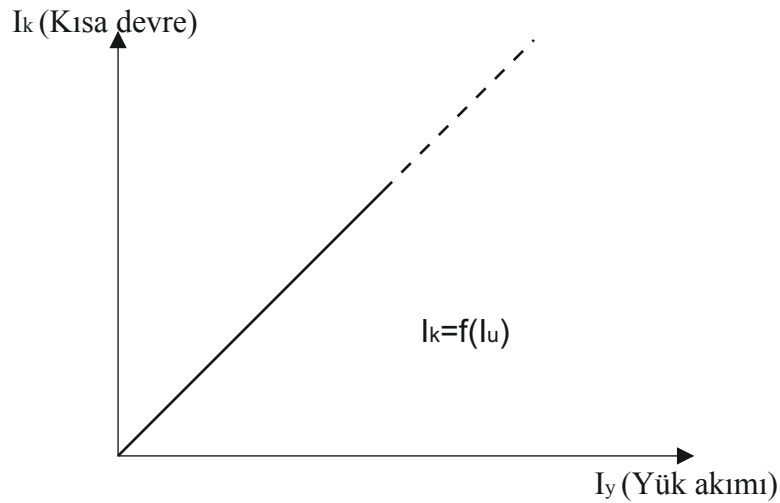


Şekil 1.4 Senkron generatör geriliminin uyarım akımı ile değişim eğrisi



Şekil 1.5 Senkron generatörün yük karakteristiği eğrisi

Senkron generatörün beslediği yükte ve şebekede zamanla kısa devre sorunu yaşanır. Bu nedenle de generatörün kısa devre karakteristiğinin bilinmesi gerekir. Çünkü devreye konulacak ayırıcı-kesici-sigorta gibi elemanların tespit edilmesi gerekir. Bunun için kısa devre akımı ile uyarım akımına bağlı değişimi incelenmesi gerekir.



Şekil 1.6 Generatörün kısa devre karakteristiği eğrisi

Generatörlerde kullanılacak regülatör karakteristiğinde bilinmesi gerekir.Bu nedenle regüllasyonun bulunması gerekir.Bunun için generatör  $E_0$  boş çalışma geriliminin ölçümü ve generatör nominal (tam) yükte yüklenerek,  $U_T$  tam yükteki uç gerilimi tespit eder.

Generatörde sabit gerilim elde etmek için omik-endüktif yükte uyarım akımının artırımı, kapastif yükte ise uyarım akımının azaltılması gerekir.

## **1.7 SENKRON GENERATÖRLERİN PARALEL BAĞLANMASI VE SEKRONİZYONUN OLUŞUMU-TESPİTİ:**

Elektrik işletim sistemlerinde, çeşitli etkenlerden dolayı şebekeleri besleyen santrallerde birden fazla generatör bulunur.Bunun nedenleri;

- \*Şebeke yükünün tüm zaman dilimlerinde aynı olmaması nedeniyle,zaman içinde talep edilen yüke göre generatörler bir veya birden fazla paralel bağlanarak talep edilen güç beslenir.
- \*Santrallerde bulunan generatörlerin zaman içinde periyodik bakımları arızaları nedeniyle devre dışı kalması gerekir.Bu nedenle sistemin enerjisiz kalması söz konusu ol-maması için .
- \*Şebekenin gelişmesi, kurulu gücün artmasını karşılamak için yeni generatörlerin ilave edilip, gerektiğinde kullanılması için.

Bu ve bunun gibi etkenlerden dolayı generatörler birbirleriyle veya şebekeye paralel bağlanır ve paralel bağlı olarak çalışırlar.Ülkemizde elektrik şebekesi “enterkonekte” sistemle birbirine bağlanmış olup santraller arasında enerji alış verişi olur.Herhangi bir sebeple devre dışı kalan santrallerin beslediği bölge enerjisiz kalmaz.

### **Generatörlerin paralel bağlanma koşulları:**

Paralel bağlanacak generatörlerin gerilimleri birbirine eşit olmalıdır.

Paralel bağlanacak generatörlerin frekansları birbirine eşit olmalıdır.

Paralel bağlamada faz sıraları aynı olmalıdır.

Paaeel bağlanacak generatörlerin gerilimleri arasında faz farkı olmamalıdır.

Generatörler paralel bağlanması için; yukarıdaki şartlar yerine getirilip sekronizm anında olmalıdır.

**Senkronizm anı:** Paralel bağlanacak generatörlerin gerilim eğrilerinin aynı anda aynı değerleri olması anına denir.

Paralel bağlamada senkronizm anının tespiti için çeşitli metodlar uygulanır.Bunlar şöyle sıralanır:

### **1- Sıfır voltmetresi :**

Voltmetre her iki generatörün aynı adlı fazlarına bağlanır.Generatörlerin gerilimleri arasında faz farkı yoksa gerilimler aynı anda aynı değeri almışsa voltmetre sıfırı gösterir.Bu an senkronizm anıdır.Bu anda ikinci generatör birinci generatöre veya şebekeye paralel bağlanır.

### **2-Lamba metodu:**

Senkronizm anının belirlenmesi değişik lamba bağlantı metotlarıyla yapılır.

a) Sönen ışık (karanlık bağlama) metodu: Lambalar her iki generatörün aynı adlı uçlarına bağlanır.Lambalar çalışma gerilimi generatörlerin gerilimlerinin toplamına eşit olmalıdır. Önce, generatör gerilimleri arasında faz farkı olacağından lambalar yanar-söner, faz farkı sıfır olduğunda lambalar söner bu an senkronizm anıdır, bu anda paralel bağlama şalteri kapatılıp, paralel bağlantı yapılır.

b) Yanan ışık (aydınlık bağlama) metodu: Lambalar her iki alternatörün ayrı faz uçlarına bağlanırlar, senkronizm anı generatör fazlarının  $R_1-R_2$ ,  $S_1-S_2$ ,  $T_1-T_2$  fazlarının üst üste olduğu andır.Bu an lamba uçlarında gerilim değeri iki generatörün toplam gerilimidir.Bu an lambalar çok parlak yanar, bu anda değil generatör gerilimlerinin vektörel toplamı

olan 3E anı senkronizm anıdır.Lambalar daha az parlak yanar.Bu sistem gözle net fark edilmeyeceği için üç fazlı sistemlerde kullanılmazlar.

c) **Dönen ıfık (karıfık bağlama) metodu:** Bu bağlantıda önceki her iki bağlantının birleştirilmiş yapısıdır.Fazın birisinde lambalar aynı adlı uçlara bağlanır, diğer fazlarda lambalar ayrı adlı uçlara bağlanır, senkronizm anı aynı adlı fazlara bağlanan lamba söner diğer fazdakiler ise eşit değerde parlak yanar.

### **3-Senkronoskop kullanarak:**

Paralel bağlama Őartlarının yerine geldiğini yani senkronizm anının tespitini senkronos-koplar yardımıyla da yapılır, çeşitli tip ve özellikle yapılan senkronoskoplar paralel bağlama devrelerine bağlanarak senkronizm anını tespit ederler.Günümüz teknolojisinde paralel bağlama elektronik-elektrik devreleriyle otomatik senkronizm tespiti yapılıp sistem otomatik olarak yapılır. Generatörler paralel bağlamada koşulların kontrol edilmesi ve yerine getirilmesinde dikkat edilecek hususlar şöyledir.

#### **Eşit gerilim:**

Generatör gerilim değerı eşit, sıfır voltmetresi sıfırını gösteriyor senkronizm var.

Gerilimler eşit değil, sıfır voltmetresi değer gösteriyor senkronizm yok. Uyarım devresi ile gerilimler eşitlenip senkronizm oluşur.

#### **Eşit frekans:**

Lambalar sönük senkronizm var.

Lambalar ritmik yanıyor senkronizm yok.

Paralel bağlanacak generatörün devir ayarını düşürölüp–yükseltilerek ayarlanarak senkronizm oluşur.

#### **Faz sıralarının aynı olması:**

Lamba sönük veya düzenli yanan senkronizm var.

Lambalar sırayla yanıyor senkronizm yok.

Generatörün her hangi iki fazın yeri değiştirilir senkronizm oluşur.

#### **Faz farkının sıfır (aynı) olması:**

Lambalar sönük senkronizm var.

Lambalar yanıyor senkronizm yok.

Paralel bağlanacak generatörün devir sayısı düşürölüp tekrar yükseltilerek senkronizm oluşur.

### **1.8. SENKRON MAKİNEİN MOTOR OLARAK ÇALIşMASI:**

Sabit devir sayısı gereken yerlerde senkron makine motor olarak kullanılır.Senkron motor yapı olarak senkron alternatörden hiçbir farkı yoktur.Nasıl ki;D.A dinamosu D.A motor olarak çalışıyorsa, senkron generatörde senkron motor olarak çalışır.Bir senkron makine mekanik enerji verilirse generatör olarak çalışıp elektrik enerjisi alınır.Senkron motorlarda uyarım akımı ayarlanarak omik-endüktif ve kapastif çalışma durumları elde edilir.Senkron motor uyarımında  $\cos\phi = 1$  için gerekli uyarımdan daha büyük uyarımlar-da senkron motor kapastif, daha küçük uyarımlarda ise endüktif çalışır.

Senkron motorlar yol almada bazı düzeneğe gerektiğinden ve uyarım için D.A gerek-mesi ve asenkron motora göre daha pahalı oluşundan dolayı kullanım alanları sınırlıdır. Sabit devir ve yükte devir sayısı değişimi istenmeyen,yerlerde kullanılır.Senkron motorlar fabrika ve iř yerlerinin güç katsayısı düzeltilmesinde de kullanılır.

### **1.9. SENKRON MOTORUN ASENKRON MOTORLA MUKAYESESİ :**

Senkron motorun statoru A.A, rotoru D.A beslenir; asenkron motorda tek besleme statorlarda A.A kullanılır.

Asenkron motorlar endüktif yüküdür.Dolayısıyla  $\cos\phi$  endüktiftir.Senkron motorda ise uyarım ayarlanarak omik-endüktif kapastif özellik gösterir

Asenkron motorda devir sayısı yük ile değişir.Senkron motorda ise değişmez.Yük momenti motor momentinden büyük olursa motor durur.

Asenkron motorda stator-rotor meydana gelen manyetik etkisiyle rotorda dönme momenti oluşur.Senkron motorda ise endüvi-endüktör de meydana gelen alan kilitlenerek senkron hızda rotor döner.

## 1.10. SENKRON MOTORDA İLK HAREKET VE YOL VERME METODLARI:

Senkron motorun çalışması yani rotorun dönmesi için rotor kutupları ile stator dönen alan kutupları birbirini çekerek kilitlenmeyi sağlayan zıt isimli kutupların karşılıklı bulunması gerekir. Bu nedenle senkron motoru çalıştırmak için rotorun devir sayısını senkron devire veya ona yakın devire kadar yükseltmek gerekir. Bu şekilde rotorun sabit kutupları döner alan kutuplarıyla kolayca kilitlebilir. Kilitleme ile zıt kutuplar birbirine çekerek döner alan yönünde ve döner alan hızında döner.

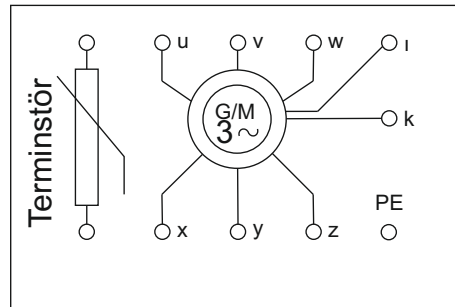
Senkron motor kutuplarına, düzgün bir moment elde etmek ve motorun kendi kendine yol almasını sağlamak amacıyla sincap kafes çubukları yerleştirilir. Sincap kafes kısa devre çubukları generatör olarak çalışmasında gerilim değişimlerini motor olarak çalışmasında moment değişimlerini önler.

Yol verme yöntemleri:

- Yardımcı döndürme makinesi ile
- Şebeke ile senkronize ederek
- Senkron motora akuple uyarım dinamosu ile
- Senkron motoru asenkron motor olarak çalıştırıp yol vermek
- Senkron motoru bilezikli asenkron motor olarak çalıştırıp yol verme

## 1.11. SENKRON MAKİNE BAĞLANTISI

Senkron makinede stator kısmına A.A uygulanan veya alınan sargılarda I. Faz sargı ...U-X..., 2. faz sargı V-Y, 3. faz sargı W-Z olarak adlandırılır. Rotor kısmında, uyarım D.A ile sargılara I-K olarak adlandırılır. Bazı senkron makinelerde amortisör sargılarda mevcuttur.



Üç fazlı senkron makine ünitesi

## Deney no:1

### Deney Adı: Senkron Generatörün Boş Çalışma Karakteristiği

**Deneyin amacı :** Senkron generatörün boş çalışmasını inceleyip (n) devir ile gerilim-frekans ve uyarım akım gerilimi ile generatör gerilim arasındaki ilişkinin incelenip grafiğinin çıkartılması.

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

-Raylı motor sehpası

Y-036/001

-Enerji analizatörü

Y-036/003

-Üç fazlı asenkron motor

Y-036/004

-A.C motor sürücü

Y-036/015

-Üç faz senkron makina

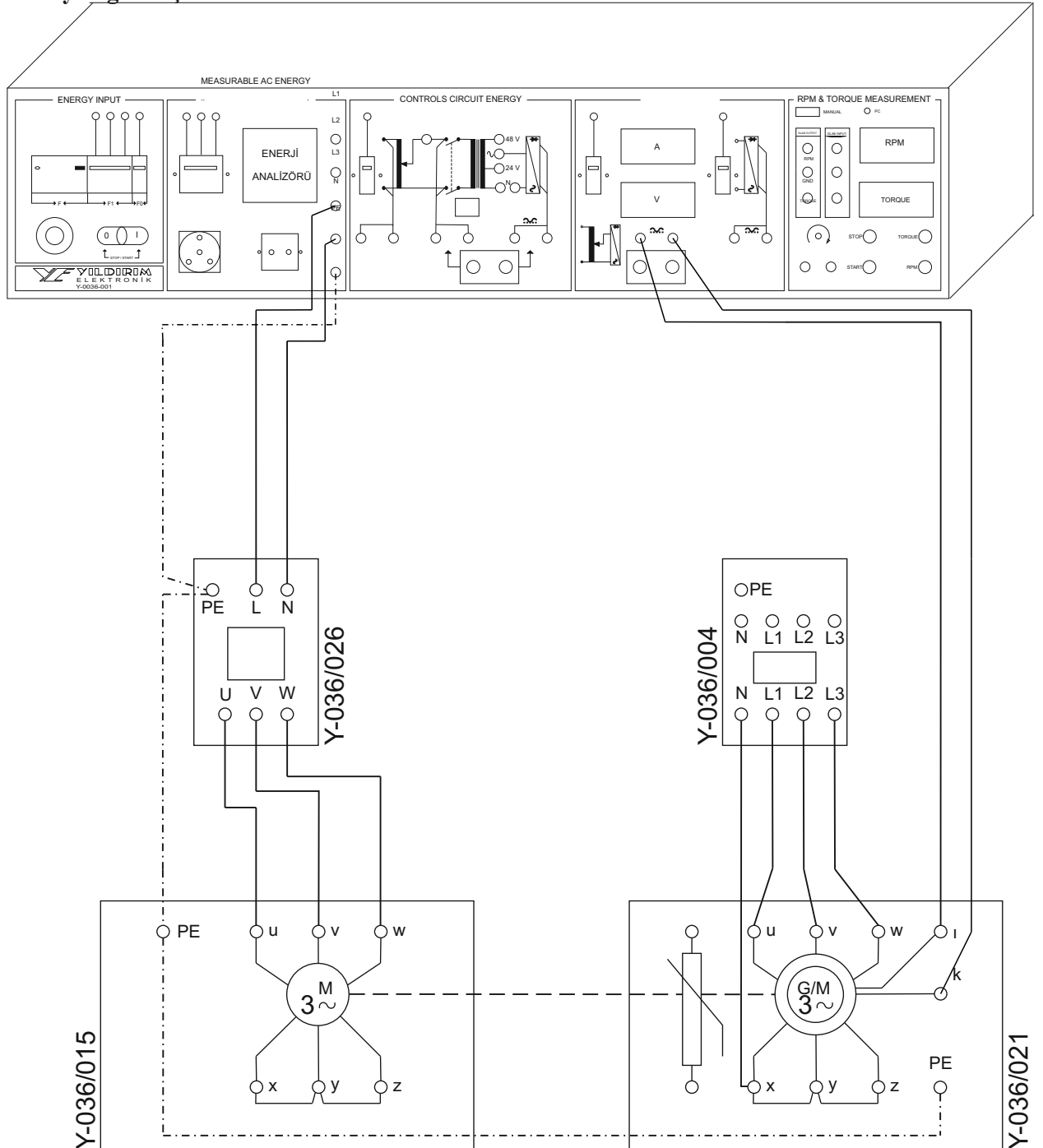
Y-036/026

-Takometre ,Jaglı kablo ,IEC fişli kablo

Y-036/021

### Deney bağlantı şeması :

Y-036/001



Şekil 1.7: Üç faz senkron generatörün deney bağlantı şeması.





Deneyde alınan değerler :

Devir $n= d/dak$	Uyartım		Enerji analizatörü		AÇIKLAMA
	$I_u$	$U_u$	$U$	$f$	

**Sorular :**

Soru 1: Boş çalışmada senkron generatörün devri neden sabit tutulur,sabitte bozulursa ne oluyor? gözlemlerinizi açıklayınız.

Soru 2: Uyartım akımı ( $I_u$ ) nominal değerinin üzerinde arttığı zaman generatör gerilimi neden arttırmaz? açıklayınız.

Soru 3: Generatör nominal deverinde dönerken ( $n=1500 d/dak$ ) uyartım akımı ( $I_u=0$ ) sıfır ise generatör uçlarındaki gerilimi açıklayınız.Bu konumda generatör uçlarına çıplak elle dokunulursa ne olur? açıklayınız.

Soru 4: Uyartım akımı yönü değişirse generatör gerilim verir mi neden? açıklayınız.

Soru 5: Deneyde alınan değerlerle generatörün boş çalışma eğerisini çizip analiz ediniz.

Soru 6: Deney sonu gözlemlerinizi açıklayınız.

## Deney no :3

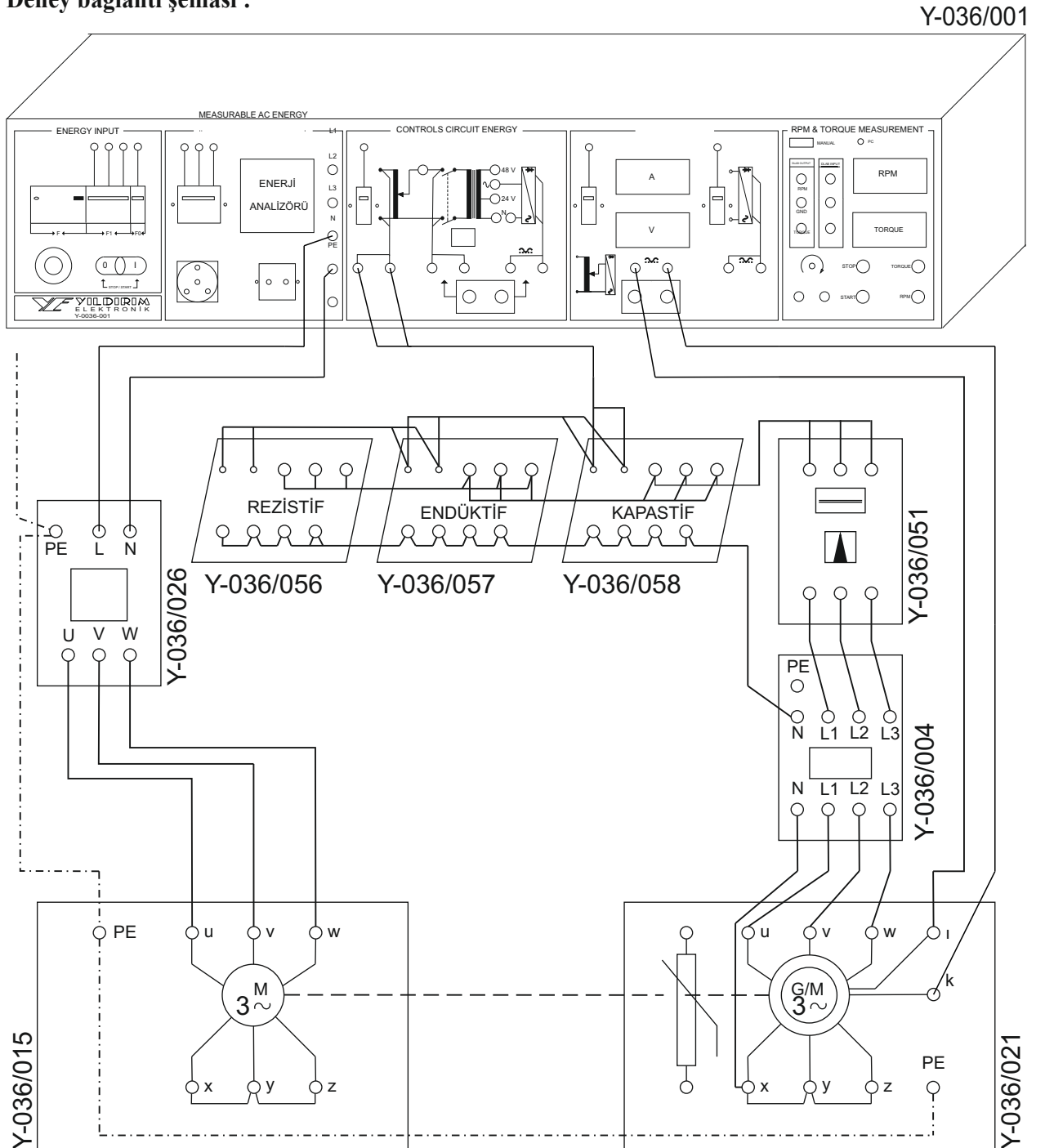
### Deneyin Adı: Senkron Generatörün Yükte Çalışma Karakteristiği

**Deneyin amacı :** Senkron generatör ün yükte çalışmasını incelemek ve yüklerle göre (omik-endüktif-kapasitif) generatör uç gerilimindeki değişimleri incelemektir.

Araç Gereçler :

-Enerji üniteli deney masası	Y-036/001	-Üç faz sigortalı şalter	Y-036/051
-Raylı motor sehpası	Y-036/003	-Üç faz ayarlı omik yük	Y-036/056
-Enerji analizatörü	Y-036/004	-Üç faz ayarlı kapasitif yük	Y-036/057
-Üç fazlı asenkron motor	Y-036/015	-Üç faz ayarlı endüktif yük	Y-036/058
-A.C motor sürücü	Y-036/026	-Takometre ,Jaglı kablo ,IEC fişli kablo	
-Üç faz asenkron makine	Y-036/021		

Deney bağlantı şeması :



Şekil 3.1:Üç fazlı senkron generatörün yükte çalışması deney bağlantı şeması.



-Endüktif yük her faz dengeli ve dengesiz olacak şekilde kademe kademe nominal yükün 1,2 katına kadar yükleyiniz. Her konumda enerji analizatörü parametreleri I,U,Cosφ,W,VA VAR ile n,Iu,Uu değerlerini gözlemleyip kaydediniz.

-Endüktif yükü devre dışı bırakınız.

-Kapasitif yükü kademe kademe yükleyiniz. Her konumda enerji analizatörü parametreleri I,U,Cosφ,W,VA,VAR ile n,Iu,Uu değerlerini gözlemleyip kaydediniz.

Önemli unsur kapasitif yük arttıkça alternatör uç gerilimindeki artışı nominal değeri geçmemesi için uyarım akımını azaltınız.

-Kapasitif yükü devre dışı bırakınız.

-Rezistif,endüktif,kapasitif hepsini aynı anda devrede olacak toplam yük nominal değer %80'ini geçmemeli.

Bu konumda yükleme kademe kademe yapılmalı ayrıca sırayla yükün çoğunluğu rezistif, endüktif ve kapasitif olarak ayarlanmalı .

Her bir konumda enerji analizatörü parametreleri I,U,Cosφ,W,VA,VAR ile n,Iu,Uu değerlerini gözlemleyip kaydediniz.

-Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.

### Deneyde alınan değerler :

n	Iu	Uu	Enerji analizatörü parametreleri							AÇIKLAMA
			I	U	Cosφ	f	W	VA	VAR	

### Sorular :

Soru 1: Rezistif,endüktif,kapasitif yüklerde generatör uç gerilimi nasıl değişti? açıklayınız.

Soru 2:Generatörün boştaki uç gerilimi ile rezistif,endüktif,kapasitif yükteki gerilim düşümü ve regülasyon ne oldu? açıklayınız.

$$*\%R_g = \frac{E_a - U_t}{U_t}$$

%R<sub>g</sub>: Yüzde gerilim regülasyonu

E<sub>a</sub> : Alternatör boştaki uç gerilimi

U<sub>t</sub> : Alternatör tam yükteki uç gerilimi

Soru 3: Endüvi ve reaksiyon nedir,yük yük cinsine göre endüvi reaksiyonu generatör gerilimini nasıl etkiler? açıklayınız.

Soru 4: Farklı yüklerde,generatör yüklendikçe değişen generatör uç gerilimini sabit tutmak için neler yapıyor? açıklayınız.

Soru 5: Generatör yükte çalışması karakteristliğini açıklayınız.

Soru 6: Deney sonu gözlemlerinizi açıklayınız.

## Deney no:2

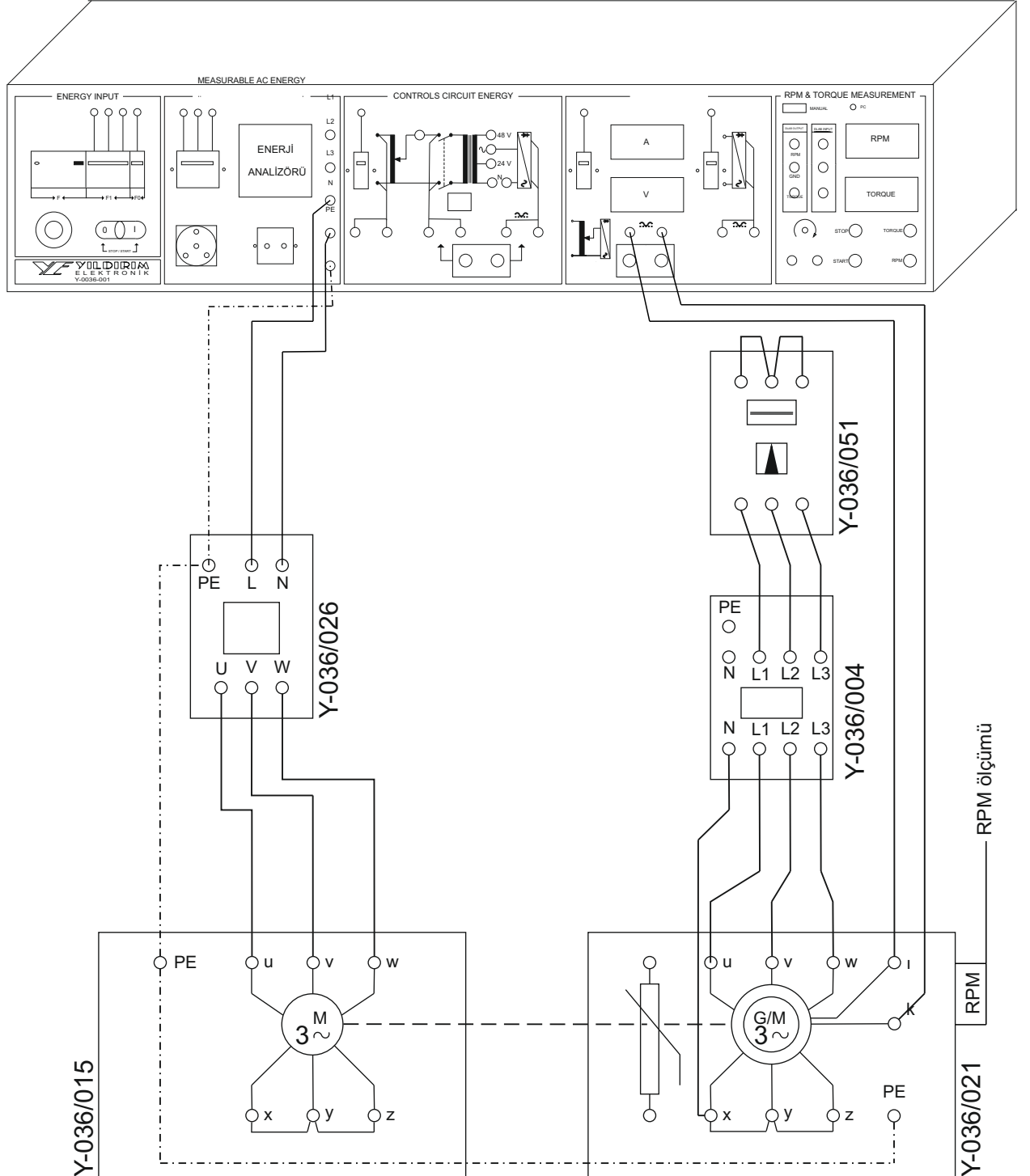
### Deney Adı:Senkron Generatörün Kısa Devre Karakteristiği

Deneyin amacı :Senkron generatörün kısa devre karakteristiğini incelemek.

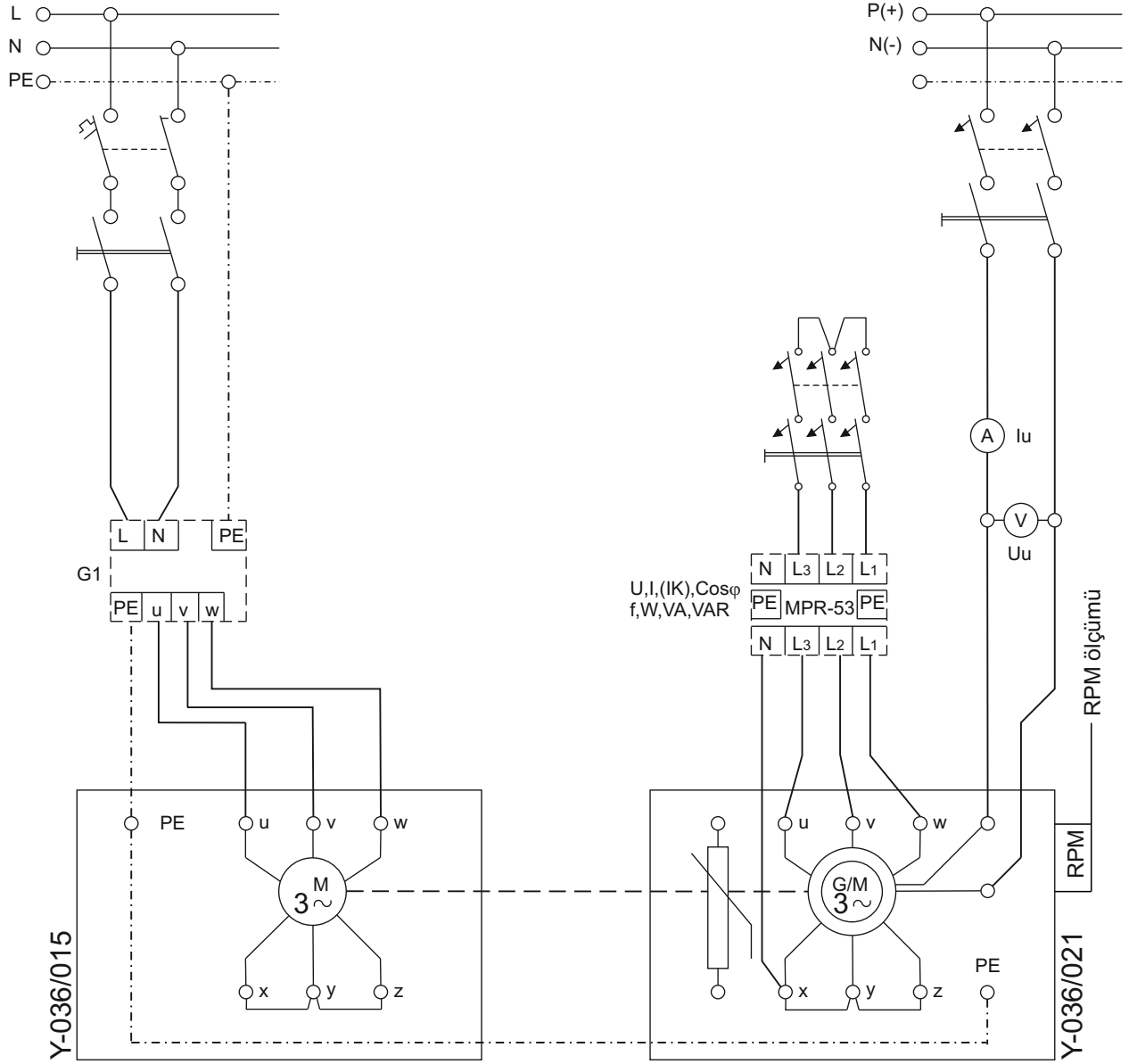
Araç Gereçler :	-Enerji üniteli deney masası	Y-036/001
	-Raylı motor sehpası	Y-036/003
	-Enerji analizatörü	Y-036/004
	-Üç fazlı asenkron motor	Y-036/015
	-A.C motor sürücü	Y-036/026
	-Üç faz asenkron makina	Y-036/021
	-Üç faz sigortalı şalter	Y-036/051
	-Takometre ,Jaglı kablo ,IEC fişli kablo	Y-036/051

### Deney bağlantı şeması :

Y-036/001



Şekil 2.1:Üç fazlı senkron generatörün kısa devre karakteristiği deney bağlantı şeması.



Şekil 2.2 Üç fazlı senkron generatörün kısa devre karakteristiği (çalışma) devre şeması.

Deneyin yapılışı :

Not:\*Deneyde kullanılan senkron generatör nominal değerleri dikkate alınmalıdır.  
\*Kısa devre akımı ( $I_k$ ) nominal akımın minimumun 1,2 maximumun 1,5 katını geçmemelidir.

- Şekil 2.1-2.2'deki deney devresini kurunuz.
- Senkron generatörü döndüren üç fazlı asenkron motor ve asenkron motor sürücü yardımıyla nominal devir ( $n=1500$  d/dak) döndürünüz.
- İkaz devresindeki ( $I_u$ ) uyarıtım akımı sıfır iken sigorta-şalterleri kapatıp senkron generatör uçlarını kısa devre ettiriniz.
- Senkron generatörden nominal akımın 1,5 katı kadar ( $I_k$ ) kısa devre akım geçmesi için uyarıtım akımını kademe kademe artırınız. Her kademe ve konumda enerji analizatörü para - metreleri  $U, I(I_k), \cos\phi, f, W, VA, VAR$  ile  $n, I_u, U_u$  değerlerini gözlemleyip kaydediniz.
- Deneyde senkron generatör devri sabit tutulmasına gerek yoktur.
- Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.

**Deneyde alınan değerler :**

n	I <sub>u</sub>	U <sub>u</sub>	Enerji analizatörü parametreleri							AÇIKLAMA
			U	I/I <sub>k</sub>	Cosφ	f	W	VA	VAR	

**Sorular :**

Soru 1: (I<sub>u</sub>) uyartım akımı ile (I<sub>k</sub>) kısa devre akımı arasındaki ilişkiyi deneyde alınan değerlerle açıklayınız.

Soru 2: Senkron generatörde kısa devrede kısa devre deneyi (karakteristiği) hangi amaçla yapılır? açıklayınız.

Soru 3: Deneyde alınan değerlerle kısa devre karakteristiğini çıkartınız.

Soru 4: Generatör uç gerilimi kaç voltta kısa devre edildi,nominal gerilimde kısa devre yapılsa ne olur?Açıklayınız.

Soru 5: Deney sonu gözlemlerinizi açıklayınız.



## Deney no:6

### Deney Adı:Üç Fazlı Senkron Generatörün Şebekeye Paralel Bağlanması

**Deneyin amacı :**Üç fazlı generatörlerin paralel bağlanması ve yük aktarılmasının incelenip öğrenilmesi.

Araç Gereçler :-Enerji üniteli deney masası	Y-036/001
-Raylı motor sehpası	Y-036/003
-Enerji analizatörü	Y-036/004
-Senkronoskop	Y-036/012
-Çift katranlı frekans metre	Y-036/015
-Üç fazlı asenkron motor	Y-036/021
-Üç faz senkron makine	Y-036/026
-A.C motor sürücü	Y-036/051
-Üç faz sigortalı şalter	Y-036/053
-Bara paneli	Y-036/056
-Üç faz ayarlı rezistif yük	Y-036/057
-Üç faz ayarlı kapasitif yük	Y-036/058
-Takometre ,Jaglı kablo ,IEC fişli kablo	

Deney bağlantı şeması :

Deney bağlantı şeması bir sonraki sayfadadır.

Deneyde iki senkron generatör kullanıldığı gibi,bir senkron generatör ile üç faz şebeke de birbiriyle paralel bağlanır.

Bilgi:

Senkron generatörlerin paralel bağlanması için aşağıdaki şartlar gerekir;

- Generatör nominal uç gerilimleri eşitliği.
- Generatör ürettiği A.C enerji frekansının eşitliği
- Her iki generatörün (Generatör-şebeke) ürettiği üç fazın faz sıralamasının aynı olması gerekir.
- Her iki generatörün (Generatör-şebeke) ürettiği gerilimler arasında faz farkının olması gerekir.

Yukarıdaki şartların oluştuğu koşula senkronizm anı denir bu konumda generatörler paralel bağlanır.Senkronizm anının tespiti senkronoskop,sıfır voltmetresi,lamba bağlantıları ile yapılır.Paralel bağlanan generatörün devre yükünü üzerine alması veya katılması için generatörün devir sayısı artırılır.Bu konumda generatör devri artmaz üzerine yük almış olur.

**Deneyin yapılışı :**

Not:\*Deneyde kullanılan senkron makine ve asenkron motorun nominal değerlerde çalışmasına dikkat ediniz.

\*Deney şemalarında asenkron motorun  $\Delta$  bağlı gösterilmesine rağmen motoru üçgen bağlı çalıştırınız.

\*Yük gurubu alternatörden beslendiğinde toplam yük 1KW ı geçmemelidir.

\*Deney şemalarında olmasa dahi istenilirse devreye sıfır voltmetresi bağlayınız.

-Şekil 6.1, 6.2 deki deney devresini kurunuz.

- Asenkron motor ve hız kontrolcüsü yardımıyla senkron generatörü nominal devrinde döndürünüz.
- Uyarım gerilim ( $U_u$ ) ve akımı ( $I_u$ ) ayarlayarak senkron generatörün uç gerilimini nominal gerilim değerinde ayarlayınız. Bu konumda senkron generatörün devrini nominal değerde sabit kalmasını sağlayınız. Y-0036/012-C faz sırası gösterge lambası.
- Şebeke ile senkron generatörün faz sıralamasının aynı olmasını gözlemleyin değilse faz sırasının aynı olmasını sağlayınız. Y-0036-012C Faz sırası gösterge lambası
- Senkron generatörün devrini gerektiğinde ayarlayarak senkronoskop, lamba gurubu ve sıfır voltmadresinden senkronizm anını gözlemleyip paralel bağlama sigorta-şalterlerini kapatınız. Senkron generatör devreye girdiği anda şebeke ve generatör tarafındaki enerji analizatörü parametreleri  $U, I, \cos \phi, W, VA, VAR$  ile  $I_u, U_u$ , ve  $n$  değerlerini gözlemleyip kaydediniz.
- Senkron generatörün üzerine yük almasını sağlayınız.
- Senkron generatörün devrini asenkron motor hız kontrolcü yardımıyla ayarlayarak yukarıda belirtilen ölçüm değerlerini gözlemleyip kaydediniz.
- Uyarım devresi ( $U_u-I_u$ ) gerilim ve akımını ayarlayarak yukarıda belirtilen ölçüm değerlerini gözlemleyip kaydediniz.
- Senkron generatör üzerindeki yükü kaldırıp senkron generatörü devre dışı bırakınız.
- Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.

### Deneyde alınan değerler :

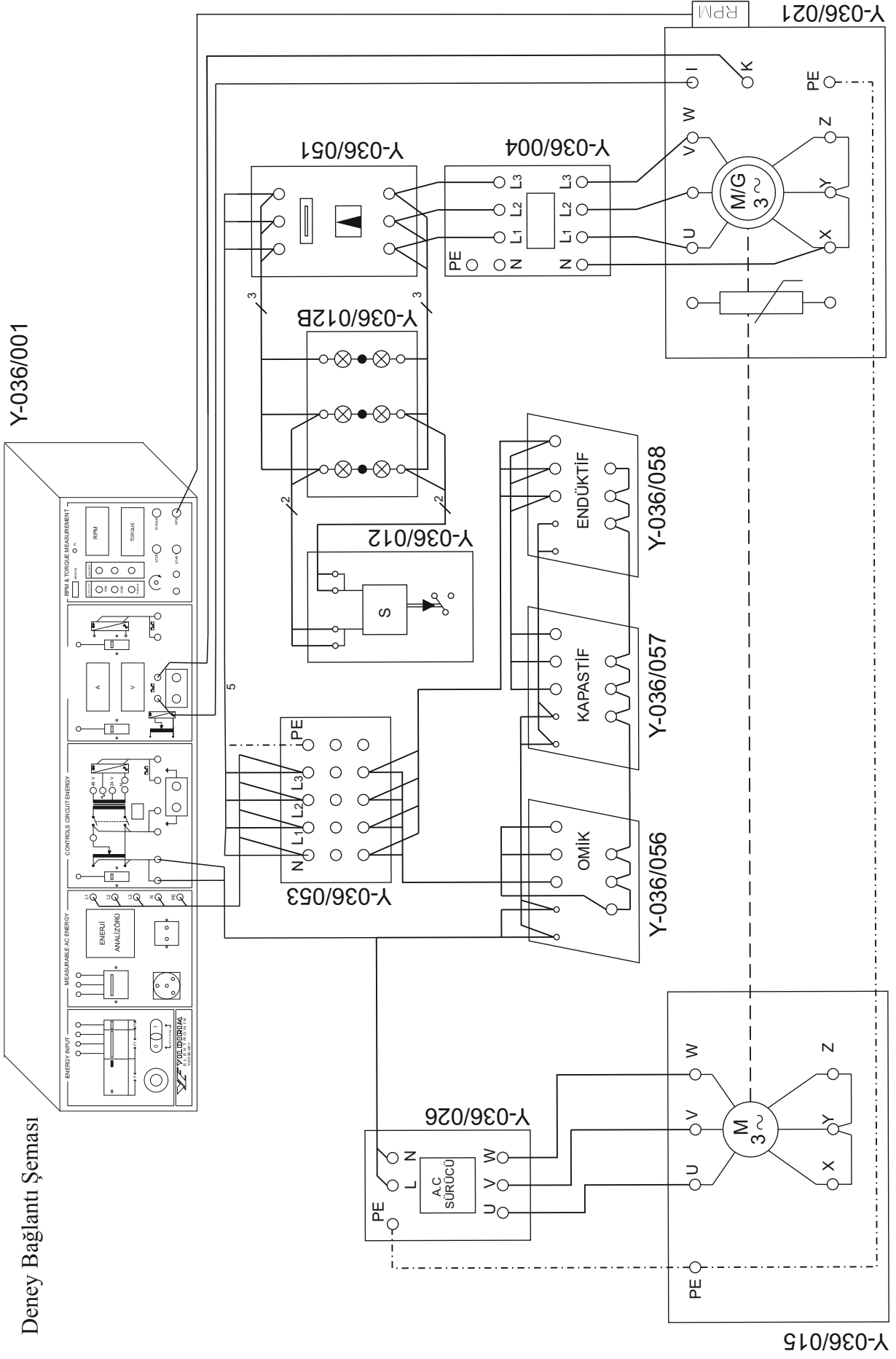
n	$I_u$	$U_u$	Şebeke enerji analizatörü						Genaratör enerji analizatörü						AÇIKLAMA	
			U	I	$\cos \phi$	W	VA	VAR	U	I	$\cos \phi$	W	VA	VAR		

### Sorular:

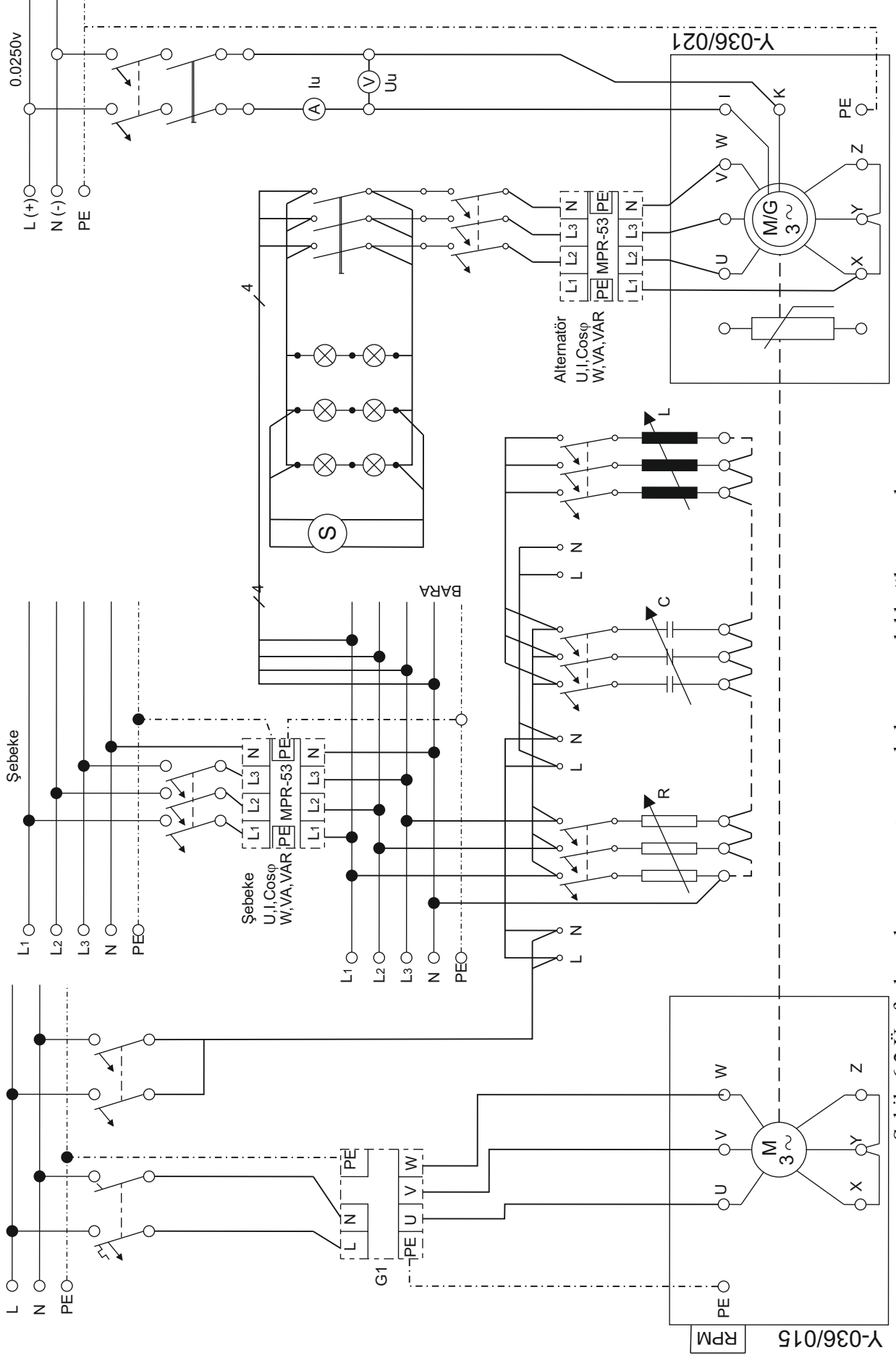
- Soru 1: Generatörler neden paralel bağlanır , paralel bağlanma şartları nelerdir? açıklayınız.
- Soru 2: Deneydeki lamba gurubunda lambalar neden seri bağlandı? açıklayınız.
- Soru 3: Paralel bağlanan alternatör üzerine yük alırken neler yaptınız? açıklayınız.
- Soru 4: Senkronoskopta senkronizm anı nasıl belirlendi? gözlemlerinizi açıklayınız.
- Soru 5: Uyarım akımındaki ve alternatör devrinin değişimi sonucunda neler gözlemlediniz? açıklayınız.
- Soru 6: Deney sonu gözlemlerinizi açıklayınız.

## Deney Bağlantı Şeması

Y-036/001



Şekil 6.1 Üç fazlı senkron generatörün şebekeye paralel bağlanması deney bağlantı şeması



Şekil- 6.2 Üç fazlı senkron generatörün şebekeye paralel bağlanması devre şeması

Deney no :4

## Deney Adı:Üç Fazlı Senkron Makinanın Motor Olarak Çalıştırılması ve “V” eğrisinin Çıkarılması

**Deneyin amacı :**Senkron motorun uyartım akımı ( $I_u$ ) ile yük akımı  $I$  arasındaki ve  $\cos \phi$  değişimini incelemektir.

Araç Gereçler :-Enerji üniteli deney masası

Y-036/001

-Raylı motor sehpası

Y-036/003

-Üç fazlı senkron makine -

~~Y-036/002~~

Enerji analizatörü

Y-036/004

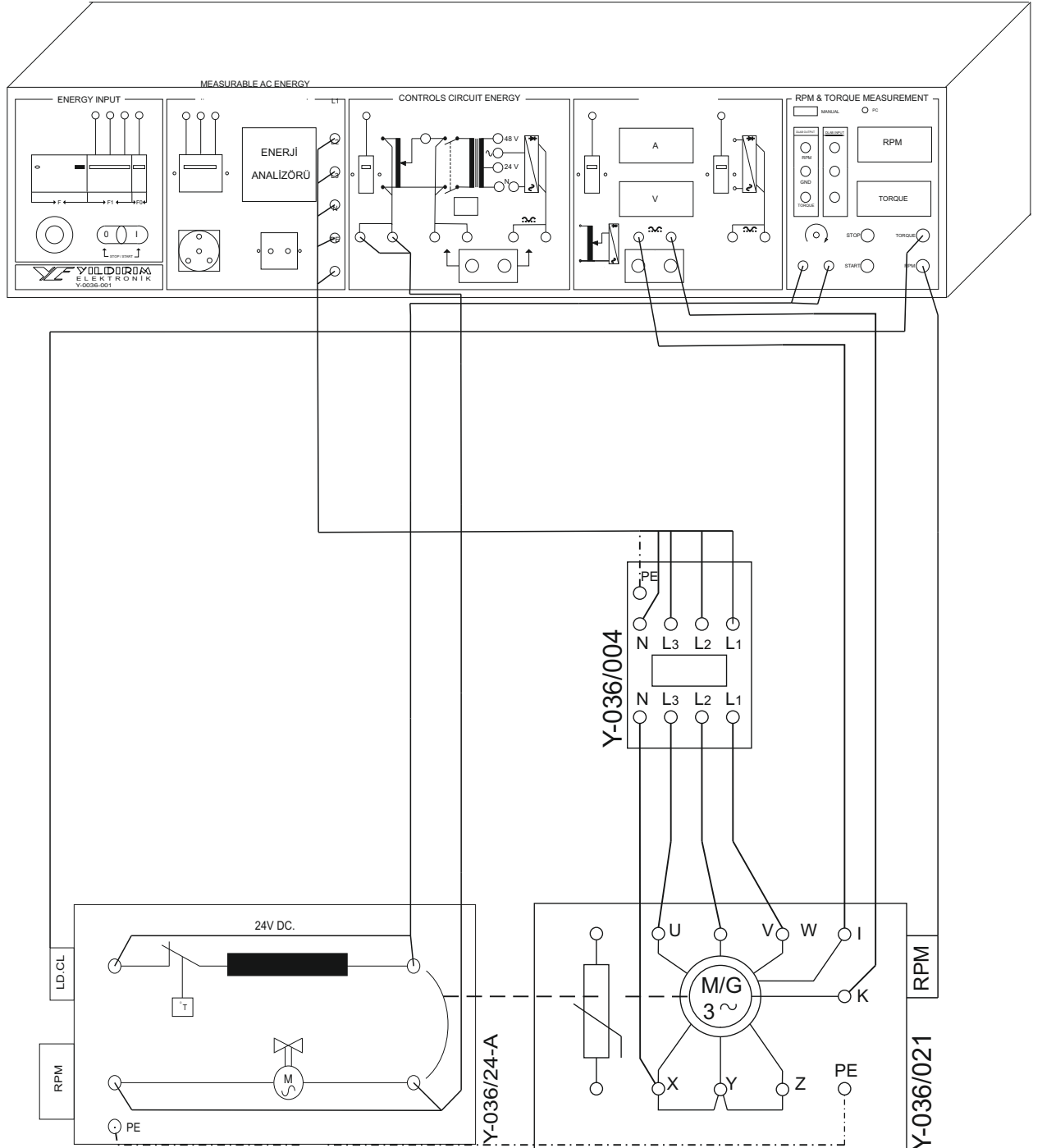
-Manyetik toz fren

Y-036/024-A

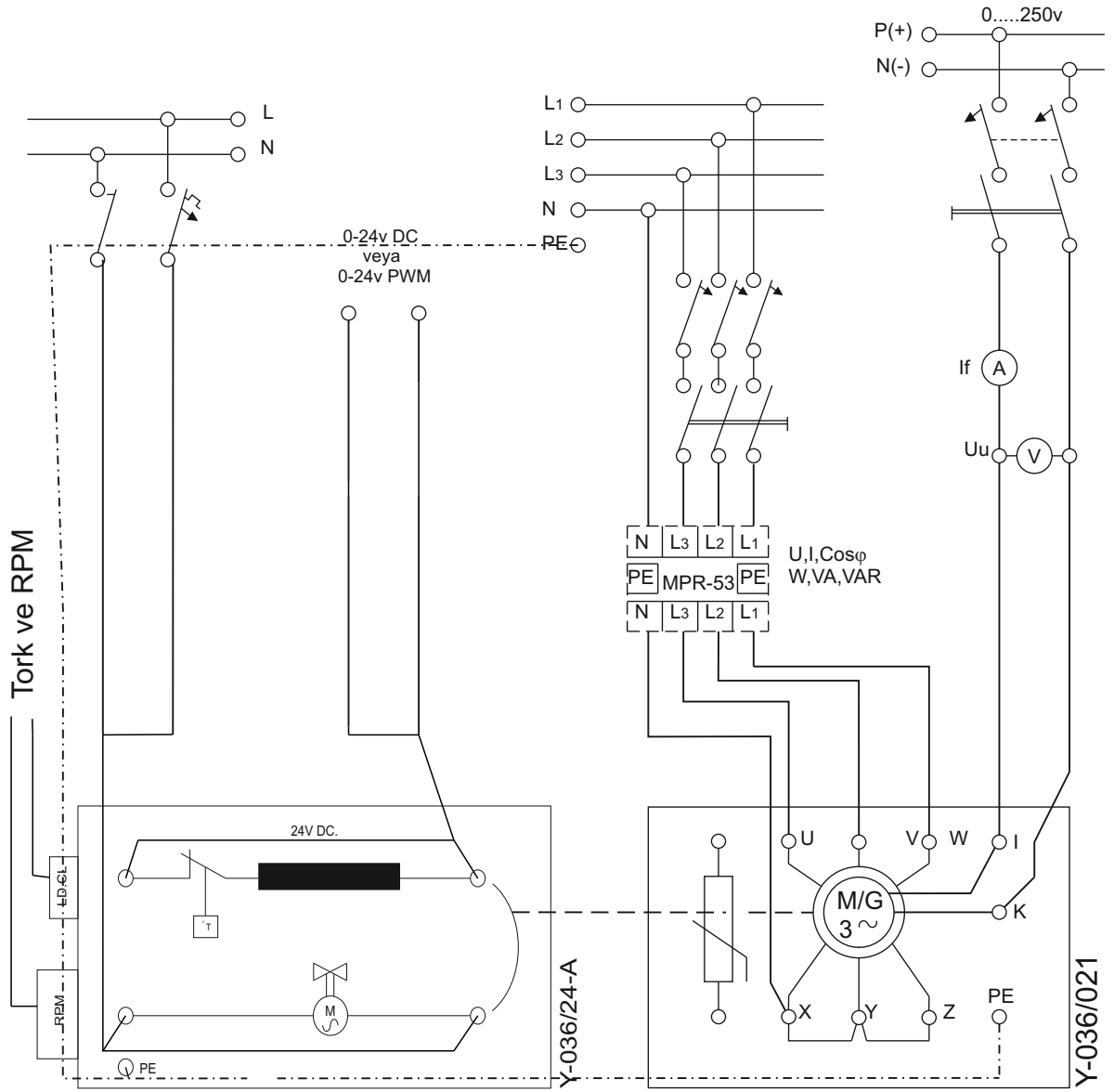
Takometre , Jaglı kablo ,IEC fişli kablo

Deney bağlantı şeması :

Y-036/001



Şekil 4.1:Üç faz senkron motorun yükte çalışma deney bağlantı şeması



Şekil-4.2 Üç fazlı senkron motorun yükte çalışması devre şeması

Bilgi :

Senkron makineler tesisin güç katsayısını ( $\cos\phi$ ) düzeltilmesinde kullanılır. Bunun için senkron motorun uyarım akımı ( $I_u$ ) ayarlanarak motorun omik (rezistif), endüktif ya da kapasitif özellikte yük gibi çalışması sağlanır. Bu konum belirli bir yük konumunda güç katsayısı  $\cos\phi=1$  yapan uyarım akımından daha küçük bir uyarım motor endüktif daha büyük uyarım akımlarında ise kapasitif özellikte çalışır.

Yük akımının uyarım akımına göre değişimi “V” harfine benzediği için  $I_y=f(I_u)$  eğrisine “V” eğrisi denir. Aynı deneyde  $\cos\phi=f(I_u)$  uyarım akımına göre  $\cos\phi$  değişimi eğrisinde elde edilir, bu eğride ters “^” dir. Bu eğriler yardımıyla hangi yükte ne kadar uyarım akımı gerektirdiği ve aynı zamanda motorun hangi uyarım değerinde hangi özellikte çalıştığı anlaşılır.

Deneyin yapılışı :

- Şekil 4.1 , 4.2 deki deney devresini kurunuz.
- Deneyde kullanılan senkron motor küçük güçlü olduğundan asenkron motor gibi boşta çalıştırınız.

- Senkron motor boşta çalışırken ( $I_u$ ) uyarım akımını ayarlayarak  $\cos\phi=1$  olmasını sağlayınız. Bu konumda enerji analizatörü parametreleri  $U, I, \cos\phi, W, VA, VAR$  ile  $I_u, U_u, n, N_m$  değerlerini gözlemleyip kaydediniz.
- Uyarım akımı ( $I_u$ )  $\cos\phi=1$  yapan değerden daha kk değere dşrp (endüktif) l-m aletlerini gözlemleyip değerleri kaydediniz.
- Uyarım akımını ( $I_u$ )  $\cos\phi=1$  değerden daha büyük değere yükseltip (kapasitif) lm aletlerini gözlemleyip değerleri kaydediniz.
- Senkron motorun manyetik toz fren yardımıyla önce  $\frac{1}{2}$  yükte sonra tam yükte yükleyip uyarım akımı ( $I_u$ ) ayarlayarak senkron motoru omik (rezistif) ,endüktif,kapasitif özellikte çalışmasını sağlayınız.
- Yukarıda belirtilen bütün konumlarda enerji analizatörü parametreleri  $U, I, \cos\phi, W, VA, VAR$  ile  $I_u, U_u, n, N_m$  değerlerini gözlemleyip kaydediniz.
- Senkron motoru boş konuma getiriniz.
- Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.

### Deneyde alınan değerler :

n	Nm	Iu	Uu	Enerji analizatörü						AÇIKLAMA
				U	I	cosφ	W	VA	VAR	

### Sorular :

Soru 1: Senkron motorun farklı elektiriksel yk özelliğinde çalışmasını sağlayan etkeni açıklayınız.

Soru 2: Senkron motor boş çalışma ile yükteki çalışmada aynı uyarım ( $I_u$ ) akımı ile aynı özellik gösteriyor mu? gözlemleyip bu konumu deneyde alınan değerlerle açıklayınız.

Soru 3: Bütün özelliklerde tam yükte çalışırken yk tamamen alındığında senkron motor özellik değiştiriyor mu? açıklayınız.

Soru 4: Sistemimizde bir senkron motorun kapasitif özellikte sürekli çalışmasının ne kat-kısı olur? açıklayınız.

Soru 5: Deney sonu gözlemlerinizi açıklayınız.

## Deney no:5

### Deney Adı:Üç Fazlı Senkron Motorla Güç Katsayısının Düzeltilmesi

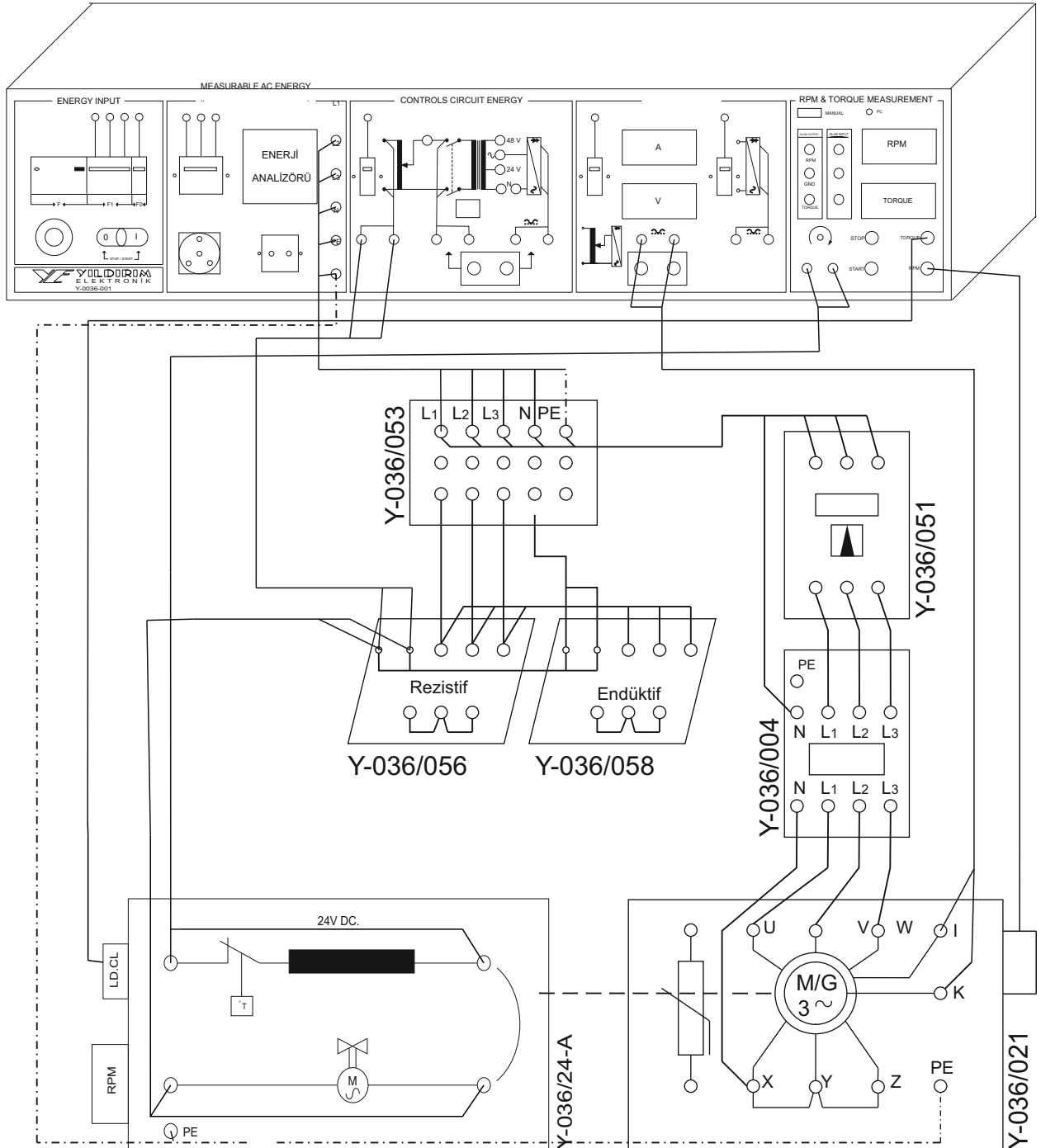
**Deneğin amacı :**Senkron motor ile güç kat sayısı ( $\cos \phi$ ) düzeltilmesi senkron motorun boşa-yükte çalışmasındaki kapasitif özelliğin uyarım akımı değişimiyle sağlanması.

Araç Gereçler :

-Enerji üniteli deney masası	Y-036/001	-Üç faz sigorta-şalter -Bara modülü	Y-036/051
-Raylı motor sehpası	Y-036/003	-Üç faz omik (rezistif) yük	Y-036/053
-Üç faz varyak	Y-036/002	-Üç faz endüktif yük	Y-036/056
-Üç faz asenkron makine - Enerji analizatörü	Y-036/024A	-Takometre , Jaglı kablo ,IEC fişli kablo	Y-036/058
-Manyetik toz fren			

Deney bağlantı şeması :

Y-036/001



Şekil 5.1:Senkron motorla güç katsayısının ( $\cos \phi$ ) düzeltilmesi deney bağlantı şeması





-Üç faz senkron motoru çalıştırıp uyarım devresi ( $I_u, U_u$ ) ayarlayarak kapasitif özellikte çalışmasını sağlayınız bu konumda hem senkron motor devresi hemde şebekeye bağlı analizatörü parametreleri  $U, I, \cos\phi, W, VA, VAR, n, N_m$  değerlerini ayrı ayrı gözlemleyip kaydediniz.  
-Senkron motorun miline akuple manyetik toz fren(Y-0036/024A)ile senkron motoru önce

$\frac{1}{2}$  sonra tam yükte yükleyip her iki analizatördeki parametreleri  $U, I, \cos\phi, W, VA, VAR, n, N_m$  ayrı ayrı değerlerini gözlemleyip kaydediniz.

-Senkron motorun yüklenmesinde uyarım devresini ayarlayarak kapasitif özellikte olmasını sağlayıp bu konumda devredeki her iki analizatörün parametreleri  $U, I, \cos\phi, W, VA, VAR, n, N_m$  değerlerini ayrı ayrı gözlemleyip kaydediniz.

-Devredeki hem dinamik (Y-036/024A) hemde statik (Y-036/056, Y-036/058) elektriksel yükleri kaldırıp yalnız senkron motorun normal eksik ve aşırı uyarımlı konumlarda çalıştırıp devredeki analizatörlerin parametre değerlerini gözlemleyip kaydediniz.

-Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.

### Deneyde alınan değerler :

Şebeke enerji analizatörü						Senkron enerji analizatörü						n	Nm	AÇIKLAMA
U	I	Cosφ	W	VA	VAR	U	I	Cosφ	W	VA	VAR			

### Sorular :

Soru 1:Deney süresinde farklı yük konumlarında ( $\cos\phi$ ) güç katsayısı değerlerini analiz ediniz.

Soru 2:Senkron motorun devrede kapasitif özellikli çalışmasında şebekede  $\cos\phi$  ne oldu? açıklayınız.

Soru 3:Senkron motor çeşitli yükte iken  $\cos\phi$  değeri ne oldu? açıklayınız.

Soru 4:Senkron motorun boş çalışması andaki uyarım değerlerine göre  $\cos\phi$  deki değişimi açıklayınız.

Soru 5:Güç katsayısının düzeltilmesinin etkileri nelerdir açıklayıp senkron motor ile güç katsayısı düzeltilmesi nerelerde hangi özellikte kullanılır?Açıklayınız.

Soru 6:Deney sonu gözlemlerinizi açıklayınız.